



UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO – UFOP
ESCOLA DE MINAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA



THIAGO DA SILVA FERREIRA

**PROPOSTA DO PLANEJAMENTO E CONTROLE DA MANUTENÇÃO
(PCM) PARA O DEPARTAMENTO DE TERRAPLENAGEM DE UMA
EMPRESA DA CONSTRUÇÃO CIVIL: O CASO DA ESCAVADEIRA
HIDRÁULICA PC200-8 KOMATSU**

OURO PRETO - MG
2022

THIAGO DA SILVA FERREIRA

thiago7ferreira@hotmail.com

**PROPOSTA DO PLANEJAMENTO E CONTROLE DA MANUTENÇÃO
(PCM) PARA O DEPARTAMENTO DE TERRAPLANAGEM DE UMA
EMPRESA DA CONSTRUÇÃO CIVIL: O CASO DA ESCAVADEIRA
HIDRÁULICA PC200-8 KOMATSU**

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito para a obtenção do título de Engenheiro Mecânico.

Professor orientador: DSc. Washington Luís Vieira da Silva

**OURO PRETO – MG
2022**

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

F383p Ferreira, Thiago Da Silva.

Proposta do planejamento e controle da manutenção (PCM) para o departamento de terraplanagem de uma empresa da construção civil [manuscrito]: o caso da Escavadeira Hidráulica PC200-8 Komatsu. / Thiago Da Silva Ferreira. - 2022.
81 f.: il.: color., tab..

Orientador: Prof. Dr. Washington Luís Vieira da Silva.
Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas. Graduação em Engenharia Mecânica .

1. Manutenção. 2. Planejamento e Controle da Manutenção (PCM). 3. Manutenção - Manutenção preventiva. I. Silva, Washington Luís Vieira da. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU 621



FOLHA DE APROVAÇÃO

Thiago da Silva Ferreira

Proposta do Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) para o departamento de terraplenagem de uma empresa da construção civil: o caso da escavadeira hidráulica PC200-8 Komatsu

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Mecânico

Aprovada em 07 de Outubro de 2022

Membros da banca

DSc. Washington Luis Vieira da Siva - Orientador (Universidade Federal de Ouro Preto)

DSc. Diogo Antônio de Sousa (Universidade Federal de Ouro Preto)

MSc. Sávio Sade Tayer (Universidade Federal de Ouro Preto)

Washington Luis Vieira da Siva, orientador do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 11/10/2022



Documento assinado eletronicamente por **Washington Luis Vieira da Silva, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 18/10/2022, às 07:20, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0413431** e o código CRC **DD751F95**.

A Deus dedico mais esta etapa vencida, meus pais Sandra e Ézio pelo apoio e amor, minha noiva pelo carinho e amor. À toda minha família e amigos que sempre me apoiaram e torceram pelo meu sucesso. Dedico a mim este trabalho, que foi difícil, mas sempre mantive a energia positiva e sempre acreditei que conseguiria.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus e Nossa Senhora Aparecida pela realização deste sonho, pois só eles sabem o quanto eu batalhei por este momento. Depois de tanta persistência, noites de estudo sem fim, entre algumas derrotas, mas também muitas vitórias, finalmente consegui chegar ao tão aguardado momento da formatura.

Eu agradeço os meus pais, Sandra e Ézio, que se sacrificaram, se dedicaram, abdicaram de tempo e de muitos projetos pessoais para que eu tivesse a oportunidade de estudar e de ter uma boa formação profissional, mas também pessoal. Eu devo tudo que sou a vocês.

À minha noiva Caroline, que sempre demonstrou amor, apoio, incentivo e carinho. Obrigado por aguentar o estresse e ansiedade, sem você ao meu lado não seria possível. Agradeço também a sua família, nas pessoas de Sr. Jorge, Dona Denise e Pedro que me acolheram como um dos seus.

. Aos meus tios, Jozafát e Geraldo, que sempre me ajudaram e orientaram para os desafios da vida. A minha madrinha que sempre foi uma “segunda mãe” desde o meu nascimento, demonstrando sempre todo amor e carinho.

Aos meus primos Arthur, Júnior, Carlos, Esther, Louise, Marta por todo apoio durante a caminhada. À minha vó Margarida, que sempre me auxiliou com tudo que precisasse, aos seus almoços deliciosos nos dias de aula haha. Aos meus amigos, Ozil e duquinha que sempre esteve ao meu lado me auxiliando.

Sou grato a empresa Conterplan e a equipe Fórmula, que me concederam a chance de conhecer minha área profissional de forma prática. Obrigado por confiarem nos meus conhecimentos.

Ao meu orientador Washington, que me acolheu, inspirou e transmitiu sabedoria e me incentivou na busca pela excelência durante minha graduação.

À UFOP, que me proporcionou ensino de qualidade e me deu oportunidades de participar de diversas palestras e projetos. Obrigado a todos os professores do DEMEC.

Obrigado a todas as pessoas que sempre torceram pelo meu sucesso.

“ TUDO PASSA “

“Frequentemente é necessário ter mais coragem para ousar fazer o certo do que temer fazer errado”.

Abraham Lincoln

RESUMO

FERREIRA, Thiago da Silva. Proposta do Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) para o departamento de terraplenagem de uma empresa da construção civil: o caso da escavadeira PC200-8 Komatsu. 2022. Monografia. Graduação em Engenharia Mecânica. Universidade Federal de Ouro Preto.

As empresas que se destacam no mercado são aquelas que gerenciam de forma eficiente os custos de produção e manutenção. Dessa forma, são cobrados cada vez mais ferramentas e métodos para que os gastos possam diminuir e os lucros aumentarem. Por isso, a manutenção é parte fundamental deste processo, pois sua função é manter os equipamentos da empresa em funcionamento maior tempo possível de forma planejada. Sendo assim, este trabalho tem como objetivo propor o Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) para o departamento de Terraplenagem de uma empresa da construção civil: o caso da escavadeira hidráulica PC200-8 Komatsu. Dessa forma, foi realizado um levantamento bibliográfico contendo os principais tipos de manutenção, Planejamento e Controle da Manutenção e padrões da manutenção. Para elaboração deste trabalho foi aplicada uma metodologia de abordagem qualitativa, exploratória, pesquisa bibliográficas, documental e estudo de caso. Para elaboração da proposta de PCM, baseou-se no histórico da empresa e de como eram feitas as manutenções nos equipamentos, com isso, identificou-se os principais pontos de melhoria, tagueamento dos equipamentos, checklist diário, planos de manutenção e criação de ordem de serviço. A partir desta análise, percebeu-se a necessidade de ter um planejamento de manutenção, para que a empresa tenha mais disponibilidade dos equipamentos no dia a dia. Sendo assim, espera-se que com a aplicação da proposta a empresa possa diminuir custos, diminuir as paradas não programadas e aumentar os lucros.

Palavras-chave: Manutenção. Planejamento e controle da manutenção. Manutenção preventiva.

ABSTRACT

FERREIRA, Thiago da Silva. Maintenance Planning and Control (PCM) proposal for the earthmoving department of a construction company: the case of the Komatsu PC200-8 excavator. 2022. Monograph. Degree in Mechanical Engineering. Federal University of Ouro Preto.

Companies that stand out in the market are those that efficiently manage production and maintenance costs. In this way, more and more tools and methods are required so that expenses can decrease and profits increase. Therefore, maintenance is a fundamental part of this process, as its function is to keep the company's equipment in operation as long as possible in a planned way. Therefore, this work aims to propose the Maintenance Planning and Control (PCM) for the Earthworks department of a civil construction company: the case of the Komatsu PC200-8 excavator. Thus, a bibliographic survey was carried out containing the main types of maintenance, Maintenance Planning and Control and maintenance standards. For the elaboration of this work, a methodology of qualitative, exploratory approach, bibliographic and documentary research and case study was applied. For the elaboration of the PCM proposal, it was based on the company's history and on how the maintenance was carried out on the equipment, with this, the main points of improvement were identified, equipment tanguing, daily checklist, maintenance plans and order creation of service. From this analysis, it was noticed the need to have a maintenance plan, so that the company has more availability of equipment on a daily basis. Therefore, it is expected that with the application of the proposal the company can reduce costs, reduce unscheduled stops and increase profits.

Keywords: *Maintenance. Maintenance planning and control. Preventive maintenance.*

LISTA DE SIMBOLOS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

NBR – Norma Brasileira de Regulamentação

TAG – Etiqueta

PCM – Planejamento e Controle da Manutenção

OM – Ordem de Manutenção

OS – Ordem de Serviço

ID – Identificação

EH – Escavadeira Hidráulica

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Evolução da Manutenção e sua importância.	8
Figura 2: Técnica de Manutenção preditiva.	13
Figura 3: Estrutura básica dos padrões de manutenção.	16
Figura 4: Tipos de padrões técnicos de manutenção e seus conteúdos.	17
Figura 5: Exemplo de padrão de inspeção.	18
Figura 6: Exemplo de procedimento de manutenção.	20
Figura 7: PCM no organograma de uma organização.	24
Figura 8: Estrutura básica do PCM.	25
Figura 9: Exemplo de tangueamento da norma a NBR-8190.	26
Figura 10: Fluxo de inclusão de materiais no estoque.	28
Figura 11: Níveis de criticidade.	29
Figura 12: Fontes da carteira de serviços.	34
Figura 13: Etapas da metodologia proposta.	38
Figura 14: Fluxograma dos departamentos da empresa.	41
Figura 15: Fluxograma do setor de manutenção.	43
Figura 16: Escavadeira Hidráulica PC200-8.	45
Figura 17: Representação esquemática da Escavadeira Hidráulica PC200-8.	46
Figura 18: Componentes da Escavadeira Hidráulica PC200-8.	48
Figura 19: Identificação do equipamento.	50
Figura 20: Tangueamento do equipamento.	50
Figura 21: Checklist do equipamento.	52
Figura 22: Lubrificação da coroa de giro.	57
Figura 23: Posição da lubrificação da máquina.	58
Figura 24: Ordem de aperto dos parafusos das esteiras.	58
Figura 25: Verificação de tensões nas esteiras.	59

Figura 26: Ordem de serviços.....61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Planos de manutenção.	33
Tabela 2: Variáveis e indicadores.....	39
Tabela 3: Equipamentos da empresa.	49
Tabela 4: Tempo de substituição de filtros.....	53
Tabela 5: Tempo para manutenção.....	56
Tabela 6: Controle de manutenção.	62
Tabela 7: Lista de materiais.....	63

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Formulação do Problema	1
1.2	Justificativa	3
1.3	Objetivos	4
1.3.1	Geral	4
1.3.2	Específicos	4
1.4	Estrutura do Trabalho	4
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	6
2.1	Conceitos de manutenção	6
2.2	Métodos de manutenção	8
2.2.1	Manutenção Corretiva	9
2.2.2	Manutenção Preventiva	11
2.2.3	Manutenção Preditiva	12
2.2.4	Manutenção Detectiva	14
2.2.5	Engenharia da Manutenção	14
2.3	Padronização da Manutenção	15
2.3.1	Os Padrões Técnicos de Manutenção	16
2.3.2	Os padrões de inspeção	17
2.3.3	Os padrões de reforma periódica	19
2.3.4	Os padrões de troca periódica	21
2.3.5	Os padrões de Manutenção Autônoma	22
2.4	Planejamento e Controle da Manutenção	22
2.4.1	Tagueamento de Equipamentos	26
2.4.2	Características Técnicas dos Equipamentos	27
2.4.3	Materiais para Manutenção	27
2.4.4	Matriz de Prioridade	29
2.4.5	Histórico de Manutenção	30
2.4.6	Equipes de Manutenção e Suas Especialidades	30
2.4.7	Os Homens da Manutenção	30
2.4.8	Os Planos de Manutenção	32
2.4.9	Planejando e Programando a Manutenção	34

2.4.10	Materiais Necessários	34
2.4.11	Priorização das Ordens de Serviços	35
3	METODOLOGIA.....	36
3.1	Tipos de Pesquisa	36
3.2	Materiais e Métodos	38
3.3	Variáveis e Indicadores	39
3.4	Instrumentos de Coleta de Dados	40
3.5	Tabulação dos Dados.....	40
3.6	Considerações Finais do Capítulo	40
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	41
4.1	Características da empresa.....	41
4.2	Setor de Planejamento e Manutenção da empresa analisada.....	42
4.3	Diagnostico do Planejamento da Manutenção.....	43
4.4	Descrição do equipamento Escavadeira Hidráulica PC200-8 Komatsu.....	45
4.5	Proposta do Planejamento e Controle da Manutenção	49
4.5.1	Criação do checklist.....	51
4.5.2	Desenvolvimento dos Planos de Manutenção	53
4.5.3	Criação da Ordem de Serviços	59
4.5.4	Lista de Materiais	62
5	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	64
5.1	Conclusão	64
5.2	Recomendações	65
	REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	66
	ANEXO.....	67

1 INTRODUÇÃO

1.1 Formulação do Problema

As empresas para produzirem seus bens e serviços necessitam reorganizar-se estrategicamente de uma forma que ela consiga atender aos objetivos almejados. Para isso as empresas possuem várias funções organizacionais, como, vendas, produção, finanças, recursos humanos, engenharia e manutenção. Assim, a manutenção é importantíssima para todo o processo funcionar, por que é dela que vem as paradas preventivas para evitar que os equipamentos fiquem muito tempo com defeito e prejudiquem todo o processo de produção da empresa.

Dessa forma a manutenção é conceituada, segundo, a NBR 5462-1994 (Livro Xenos), como, a combinação de ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida. Ou seja, manter significa fazer tudo que for preciso para assegurar que um equipamento continue a desempenhar as funções para as quais foi projetado, num nível de desempenho exigido.

Sendo assim, a manutenção abrange várias atividades no seu processo, como, padronização na manutenção, planejamento da manutenção, sistema de tratamento de falhas e o planejamento e controle da manutenção. Este trabalho consiste em estudar o planejamento e controle da manutenção, que tem como finalidade, otimização de recursos, redução das paradas inesperadas, maior qualidade dos equipamentos e promover segurança.

Logo, o planejamento e controle de manutenção – PCM é conceituado segundo o autor (Souza, 2008, p.141) como, um conjunto estratégico de ações para preparar, programar, controlar e verificar o resultado da execução das atividades da função manutenção contra valores pré-estabelecidos e adotar medidas de correções de desvios para a consecução das metas e objetivos da produção, conseqüentemente da missão da empresa.

Dessa forma, o PCM apresenta diversas atividades segundo o autor Branco Filho (2008), como, gestão sobre a manutenção; negociar entre a manutenção e produção; assessorar a gerencia em relação a programação e controle; revisar e coordenar as programações, planos e instruções de manutenção; promover avaliações sobre os pontos de perda de produtividade e dentro dessa realidade sugerir sugestões; detalhar responsabilidades.

Neste caso, o Planejamento e Controle de Manutenção pode ser aplicado para diversos setores da economia, um destes setores é o setor da construção civil, que é responsável por projetar, gerenciar e executar com eficiência de planejamento e controle que permita domínio pleno do projeto de obras, como, casas, pontes, estradas, barragens. A empresa analisa a característica do solo, tipos de fundação, prazos da obra, custos, segurança e estabilidade da construção. Dentro da empresa se tem vários departamentos, entre esses tem se o departamento de terraplanagem, que tem a responsabilidade de, planejar, executar todo o processo para extração de terras, cortes, nivelamento de região, aterramento, compactação do solo, drenagem, prevenção de erosão e conseguir as autorizações com os órgãos responsáveis para a retirada da vegetação local.

O departamento possui vários equipamentos importantes, dentre eles está a Escavadeira Hidráulica PC200-8 Komatsu, que tem função de cavar e retirar a terra de aterros sanitários, construções ou áreas de mineração. Com isso, por ser um equipamento essencial, precisa-se que ele esteja sempre à disposição da empresa, em ótimas condições de trabalho.

Logo, a proposta deste estudo, é verificar a contribuição do planejamento e controle da manutenção para o departamento de Terraplanagem de uma empresa de construção civil: o caso da escavadeira hidráulica PC200-8 Komatsu.

Diante do contexto apresentado, tem se a seguinte problemática:

Como propor o Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) para o departamento de Terraplanagem de uma empresa da Construção Civil: o caso da escavadeira hidráulica PC200-8 Komatsu?

1.2 Justificativa

A velocidade que a tecnologia tem mudado as organizações empresariais, vem causando uma enorme busca em ganhos de produção e diminuição de perdas durante o processo, isso tem feito com que as empresas busquem a cada dia a melhora no planejamento da manutenção.

Branco Filho (2008) associa a existência da manutenção nas empresas ao surgimento de serviços de reparos que precisam ser prestados de forma ordenada, eficiente, eficaz e produtiva. Com isso, a busca pela mudança do modelo tradicional de estratégia incentiva a inovação, fazendo com que as empresas repensem continuamente sua forma de atuação na busca por melhores práticas.

Dessa forma, surgem buscas por novas estratégias e alternativas eficazes em relação a produção e manutenção das máquinas passaram a ser criadas. Surge o Planejamento e Controle da Manutenção - PCM como forma de assessorar a supervisão em todo o âmbito da produção e manutenção. Segundo Branco Filho (2008, p.5) o PCM é o "conjunto de ações para preparar, programar, verificar o resultado da execução das tarefas de manutenção contra valores preestabelecidos e adotar medidas de correção de desvios para a consecução dos objetivos e da missão da empresa, usando os meios disponíveis."

Contudo, a proposta deste trabalho se justifica pelas oportunidades observadas no setor de manutenção, no departamento de terraplanagem, que atua de forma corretiva com uma gestão estratégica superficial sem aplicar a correta política de manutenção e, conseqüentemente, sem questionar os reais ganhos para as organizações se fizer um melhor planejamento.

1.3 Objetivos

1.3.1 Geral

Propor o Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) para o departamento de Terraplanagem de uma empresa da Construção Civil: o caso da escavadeira PC200-8 Komatsu.

1.3.2 Específicos

- Realizar um estudo teórico sobre: Manutenção, Métodos de Manutenção, Planejamento e Controle da Manutenção;
- Elaborar um procedimento metodológico para propor aplicação do PCM para a empresa estudada;
- Diagnosticar como o departamento de terraplanagem realiza a gestão da manutenção;
- Comparar os resultados obtidos com a base teórica para propor o (PCM) para o departamento de Terraplanagem de uma empresa da Construção Civil.

1.4 Estrutura do Trabalho

O trabalho está dividido em cinco capítulos, onde no primeiro capítulo é apresentado a formulação do problema, a justificativa para a realização do trabalho e seus objetivos geral e específicos.

O segundo capítulo trata da fundamentação teórica dos conceitos e teorias a respeito da manutenção. Também são relatados os diferentes tipos e formas de organização da manutenção.

O terceiro capítulo trata dos procedimentos metodológicos necessários para a execução da pesquisa proposta. Neste item os tópicos abordados devem ser: tipo de pesquisa, materiais e métodos, variáveis e indicadores, instrumento de coleta de dados, tabulação dos dados e considerações finais do capítulo.

O quarto capítulo está destinado a apresentação dos resultados da pesquisa. A discussão dos resultados, que pode contar um capítulo específico, pode recuperar as visões dos autores citados na revisão bibliográfica para confirmar os resultados obtidos durante a pesquisa.

O quinto capítulo trata da síntese das discussões trabalhadas nos capítulos anteriores, sem a introdução de nenhum elemento novo, mostrando que os objetivos indicados foram alcançados. Recomendações em termos de: mudanças que devem ser promovidas no âmbito do estudo realizado e de continuidade dos estudos, como por exemplos, títulos de novos trabalhos que poderão surgir a partir do que foi realizado

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Conceitos de manutenção

De acordo com Xenos (2009) ressalta que o objetivo da manutenção é evitar a degradação dos equipamentos e instalações devido ao seu desgaste durante o processo produtivo, essa degradação aparece de várias formas, desde a parada de um equipamento durante o processo, até um ruído anormal ou um curto circuito em um equipamento elétrico, além de poluição ao meio ambiente de forma direta ou indireta.

Segundo os autores Nascif e Dorigo (2013, p.31) a missão da manutenção é “garantir a confiabilidade e a disponibilidade dos ativos de modo a atender a um programa de produção ou prestação de serviço com segurança, preservação do meio ambiente e custo adequado”. A missão da manutenção é fornecer a operação os equipamentos em plena operação, atuando de forma segura e produtiva, com menor custo de manutenção, dessa forma a empresa se torna mais competitiva no mercado.

Já Kardec e Nascif (2019, p.33) a manutenção tem a função de “garantir a disponibilidade da função dos equipamentos e instalações de modo a atender a um processo de produção ou de serviço com confiabilidade, segurança, preservação do meio ambiente e custo adequado”. Esse conceito mais atual, abrange vários aspectos relacionados ao modelo de manutenção da quarta revolução industrial, de modo que as empresas, não atuem em preservação somente dos seus ativos, mas de modo a preservar a saúde e integridade de seus colaboradores e do meio ambiente, de forma sustentável.

Segundo a NBR 5462 (1994, p. 6) manutenção é “combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida”. Ou seja, é o conjunto de estratégias, seja ela de: execução, melhoria, supervisão e planejamento, que tem por finalidade manter os equipamentos com seu devido funcionamento operacional para planta.

Para os autores Kardec e Nascif (2019) a manutenção no novo cenário teve a necessidade de reinventar seus conceitos devido a velocidade do mercado, a cada momento surge novos desafios para as empresas dessa forma o setor de manutenção deve pensar e agir de forma estrategicamente, afim de evitar prejuízo para os acionistas. Além disso, o setor de manutenção deve integrar de maneira eficaz ao processo produtivo, contribuindo significa

mente para empresa. Nesse novo momento da manutenção não existe espaço para improvisos e sim para inovação, velocidade, flexibilidade, cultura de mudança e trabalho em equipe.

Em um mundo onde cada perda se torna um turbilhão de consequências terríveis para a empresa, a manutenção dos equipamentos pode desempenhar um papel importante na melhoria da produtividade, os ganhos potenciais com a melhoria do seu gerenciamento não podem ser desprezados de forma alguma. Dessa forma, Nascif e Dorigo (2013) classificam a manutenção como responsável direta pela disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos e instalações trazendo grande impacto nos resultados das empresas onde o objetivo primordial é atender as necessidades e expectativas dos clientes. Para Kardec e Nascif (2001), a missão da manutenção é garantir a disponibilidade da função dos equipamentos e instalações de modo a atender a um processo de produção ou de serviço, com confiabilidade, segurança, preservação do meio ambiente e custos adequados.

De acordo com Branco Filho (2008), a manutenção tem algumas atribuições, que são:

- Calcular as necessidades financeiras e de materiais necessárias para desempenhar suas tarefas;
- Definir itens de controle e suas formas de medição;
- Definir os treinamentos necessários;
- Identificar as competências necessárias de seus colaboradores;
- Mapear e definir as especialidades e quantidade dos colaboradores.

Segundo Sack et al. (2002), os objetivos da manutenção podem ser definidos como:

- Redução de custos;
- Maior qualidade dos produtos;
- Melhor ambiente de trabalho;
- Maior vida útil dos equipamentos
- Maior confiabilidade dos equipamentos;
- Maior poder de investimento e preservação do meio ambiente.

A figura 1 a seguir destaca a evolução da manutenção e sua importância para os processos produtivos e também para a segurança no trabalho.



Figura 1: Evolução da Manutenção e sua importância.
Fonte: Teles (2019).

A figura 1 mostra a evolução da manutenção, como que foi mudando a forma de ver a manutenção, não só como um trabalho corretivo e sim preventivo e preditivo com uso de novas tecnologias, equipamentos e planos de manutenção.

2.2 Métodos de manutenção

De acordo com Moreira Neto (2017), os tipos de manutenção são caracterizados conforme é feita a intervenção no sistema. Os autores Nascif e Dorigo (2013, p. 140) constatam que a manutenção tem tantas variáveis que “Existe diversas denominações para um mesmo tipo de manutenção e não raramente esta variável provoca certa confusão na caracterização dos tipos (ou técnicas) de manutenção”,

Abaixo estão descritos alguns tipos de manutenção as quais são segundo alguns autores como Branco Filho (2008), Moreira Neto (2007), Viana (2012) e Xenos (2017) são as principais: Manutenção Corretiva Planejada; Manutenção Corretiva Não Planejada; Manutenção Preventiva; Manutenção Preditiva; Manutenção Detectiva; Engenharia de Manutenção, Planejamento e Controle da Manutenção.

2.2.1 Manutenção Corretiva

Segundo Slack et al. (2002, p. 625) a manutenção corretiva “significa deixar as instalações continuarem a operar até que quebrem. O trabalho de manutenção é realizado somente após a quebra do equipamento ter ocorrido”.

Segundo Xenos (2017, p.24), “ A opção por esse método deve levar em conta fatores econômicos: é mais barato consertar uma falha do que tomar ações preventivas? Se for, a manutenção corretiva é uma boa opção. ”

A manutenção corretiva segundo a NBR 5462 (1994, p. 7) como “manutenção efetuada após a ocorrência de uma pane destinada a recolocar um item em condições de executar uma função requerida”. Ou seja, consiste em recolocar o equipamento em condições de operação após uma falha do equipamento em operação.

As manutenções corretivas são separadas em planejadas e não planejadas, de acordo com Kardec e Nascif (2005) sobre a planejada explicam que esta corrige as falhas de forma planejada, especialmente quando as máquinas começam a apresentar baixo desempenho. Sobre a não planejada os autores explicam que a manutenção aconteça somente com a afirmação da quebra ou falha, as quais não são esperadas.

A principal diferença entre esses dois métodos de manutenção é devido a falha funcional, onde a manutenção corretiva programada, tem se a falha em potencial (equipamento apresentando anomalias, indícios que ocorra uma parada inesperada), onde não ocorreu a ainda a falha funcional (equipamento parou de operar), com isso a manutenção tem um tempo curto de planejar atividade e preparar a mesma.

2.2.1.1 Manutenção corretiva planejada

De acordo com Kardec e Nascif (2019, pag. 75), o conceito de manutenção corretiva planejada é definido por “ação de correção do desempenho menor do que o esperado no acompanhamento dos parâmetros de condição e diagnóstico levado pelo efeito da preditiva, detectiva, inspeção de manutenção ou prescritiva”.

Para se ter um método de manutenção corretiva bem estruturado no setor de manutenção e necessário os seguintes fatores segundo Kardec e Nascif (2019, p. 76):

- Possibilidade de compatibilizar a necessidade de intervenção com os interesses da produção;

- Aspectos relacionados à segurança;
- Melhor planejamento dos serviços;
- Garantia da existência de sobressalentes, equipamentos e ferramental;
- Existência de recursos humanos com a tecnologia necessária, para execução dos serviços e em qualidade suficiente, que podem inclusive, ser buscado externamente na organização.

Para que a manutenção corretiva programada seja eficiente é necessário ter um monitoramento eficiente do equipamento após a falha potencial, pois o seu diferencial é que ela previne a falha funcional, dessa forma mantém o equipamento em situação de operação, passar de parâmetros reduzidos, até a intervenção da manutenção, como comentado por Kardec e Nascif (2019).

2.2.1.2 Manutenção Corretiva não Planejada

Segundo Kardec e Nascif (2019) devido se tratar de paradas dos equipamentos que não foram esperados, esse tipo de método de manutenção traz vários transtornos para equipe de manutenção como auto custo, pois a quebra inesperada pode acarretar em perda de produção, além de afetar a segurança dos colaboradores de execução e por fim o meio ambiente. Teles (2019) reforça que esse tipo de manutenção é considerado a mais cara, pois leva mais tempo de retorno da usina para operação, e tem um maior tempo de execução.

Esse tipo de manutenção também é conhecido como manutenção de emergência, devido não ser uma manutenção que foi realizado um planejamento. De acordo com Kardec e Nascif (2019) é caracterizada por uma manutenção onde já ocorreu a interrupção do equipamento no processo, sendo assim, o mesmo não está em funcionamento, além disso não há tempo de preparação do serviço visto que é uma emergência.

Além do senso de urgência, a manutenção corretiva de emergência pode ocorrer devido aos seguintes fatores, destaca Teles (2019, p. 25):

- Alguém se acidentou ou existe iminente para acontecer um acidente.
- Há algum problema que agrida o meio ambiente ou existe um risco de iminência disso ocorrer;
- Há algum problema que está comprometendo a qualidade do produto.

Dessa forma o setor de manutenção tem que atar ao máximo para evitar esse tipo de manutenção, pois os riscos são muito grandes para os equipamentos e também para a segurança dos colaboradores, que são os maiores bem das empresas.

2.2.2 Manutenção Preventiva

De acordo com Xenos (2017, p. 25) “ a manutenção preventiva, feita periodicamente deve ser a principal atividade de manutenção em qualquer empresa, ela é o coração das atividades de manutenção”.

A definição de manutenção preventiva é destacada na NBR 5462 (1994, p. 7) como “manutenção efetuada em intervalos predeterminados, ou de acordo com critérios prescritos, destinada a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do funcionamento de um item”.

Kardec e Nascif (2010) comentam que este modelo de manutenção representa o menor custo por indisponibilidade, porém se não bem dimensionado pode ocasionar o maior custo em peças e serviços.

Araújo e Santos (2004) citam como vantagens da manutenção preventiva:

- Diminuição do número de intervenções corretivas;
- Redução dos custos da manutenção corretiva;
- Grande redução das manutenções corretivas não planejadas;
- Maior confiabilidade ao equipamento.

De acordo com Viana (2014), as atividades preventivas dentro dos centros das fabricas são executados em intervalos determinados de tempos, com objetivo de evitar paradas inesperadas dos equipamentos, dessa forma produz um maior tempo de execução das atividades, pois teve se um planejamento todo elaborado antes da execução, diferente da manutenção corretiva, que se tem um risco muito grande devido a parada do equipamento de forma inesperada.

Segundo Teles (2019, p. 37), “a manutenção preventiva custa em média 3 vezes mais do que a manutenção preditiva e é aplicada em 11% dos equipamentos”. Ou seja, no restante dos equipamentos dentro da fábrica esse método de manutenção não é eficiente, pois a taxa de falha não está relacionada a idade dos equipamentos, mas sim as condições de operação.

Almeida (2010) ressalta que todos os programas que gerenciam a manutenção preventiva entendem e assumem que com o passar do tempo as máquinas degradarão. Sendo assim, os reparos e recondicionamento das máquinas são planejados sob estatísticas, sendo a mais usada a curva de tempo médio para falha.

Segundo os autores Kardec e Nascif (2019, p. 78) os seguintes fatores devem ser levados em consideração para adoção de uma política de manutenção preventiva:

- Quando não é possível a manutenção preditiva, detectiva ou prescritiva;
- Quando existirem aspectos relacionados com a segurança pessoal ou a instalação que tornam mandatórias a intervenção, normalmente para a substituição do componente;
- Por oportunidade, em equipamentos críticos de difícil liberação operacional;
- Quando houver risco de agressão ao meio ambiente;
- Em sistemas complexos e/ou de operação contínua representando paradas programadas nas unidades operacionais de refinarias de petróleo, petroquímicas, siderurgias dentre outras.

2.2.3 Manutenção Preditiva

Para Nascif (2009), a manutenção preditiva é a atuação realizada com base em modificação de parâmetro de condição ou desempenho, cujo acompanhamento obedece a uma sistemática. A manutenção preditiva também é conhecida como manutenção sob condição. Nesse tipo de manutenção é realizado um monitoramento da modificação das condições de desempenho e parâmetros dos equipamentos.

O conceito de manutenção preventiva destacado pela NBR 5462 (1994, p. 7) consiste em:

Manutenção que permite garantir uma qualidade de serviço desejada, com base na aplicação sistemática de técnicas de análise, utilizando-se de meios de supervisão centralizados ou de amostragem, para reduzir ao mínimo a manutenção preventiva e diminuir a manutenção corretiva.

Segundo Xenos (2017) “ A manutenção preditiva permite otimizar a troca das peças ou reforma dos componentes e estender o intervalo de manutenção, pois permite prever quando a peça ou componente estarão próximos do seu limite de vida”.

Teles (2019) reforça que a manutenção preditiva é realizada por meio de monitoramento do equipamento em operação, com isso é realizada a coleta de dados do equipamento e analisado para se ter uma ideia do funcionamento dele. Esse monitoramento é realizado com auxílio de aparelhos de medição de vibração, análise físico-química de óleo, ultrassom e termográfica, como mostra a figura 2.



Figura 2:Técnica de Manutenção preditiva.
Fonte: Teles (2019).

A figura 2 mostra uma técnica de manutenção preditiva, a medição de vibração de um motor, para a identificação de alguma anomalia no sistema, por exemplo vibração anormal, devido ao desalinhamento.

O engenheiro Teles (2019, p. 43) cita os principais objetivos da manutenção preditiva:

- Determinar antecipadamente a necessidade de serviços de manutenção numa peça ou componente específico de uma máquina ou equipamento;
- Eliminar desmontagem desnecessárias para inspeção;
- Aumentar o tempo de disponibilidade da máquina;
- Reduzir as intervenções de corretiva;
- Impedir o aumento dos danos;
- Aproveitar a vida útil total dos componentes e de um equipamento;
- Aumento do grau de confiabilidade das máquinas e equipamentos.

Para se ter uma manutenção preditiva de qualidade é necessário além de investir na qualificação da mão de obra, realizar aquisição do ferramental que são os aparelhos de coleta de dados. São considerados uma manutenção mais cara quando se considera o custo de manutenção, pois os componentes são trocados antes de atingirem o seu limite de vida.

2.2.4 Manutenção Detectiva

Souza (2008) relaciona a nomenclatura desse tipo de manutenção a definição de detectar, e explica que o objetivo dessa manutenção é aumentar a confiabilidade dos equipamentos, e tem como característica o investimento da intervenção em sistemas de proteção com a finalidade de detectar falhas ocultas, que não são percebidas pelo pessoal da equipe de operação.

Sobre a manutenção detectiva, Ferreira (2008) define como exemplo:

Um exemplo clássico é o circuito que comanda a entrada de um gerador em um hospital. Se houver falta de energia e o circuito tiver uma falha, o gerador não entra. Por isso, este circuito é testado/acionado de tempos em tempos, para verificar sua funcionalidade (FERREIRA, 2008, p. 23).

2.2.5 Engenharia da Manutenção

Kremer e Kovaleski (2008) sobre a engenharia de manutenção afirmam que a mesma tem como característica a busca por soluções em casos de problemas crônicos que causam mal desempenho nas máquinas e equipamentos, através de interferências técnicas e mudanças de padrões e sistemáticas existentes e não eficientes. Para que seja utilizada a engenharia de manutenção é necessário que aconteça uma importante mudança na cultura da organização.

De acordo com Kardec e Nascif (2009) a Engenharia de Manutenção pode ser entendida como a aplicação de técnicas modernas de manutenção para perseguir benchmarks visando aumentar a confiabilidade, manutibilidade e disponibilidade dos equipamentos de forma a eliminar problemas tecnológicos, melhorar a gestão de mão de obra, elaborar novos projetos para melhoria da execução e atividades, fazer estudos e análises de falhas e acompanhar indicadores através da documentação técnica.

Segundo Viana (2002), a engenharia da manutenção tem como objetivo promover o progresso tecnológico, através da aplicação de conhecimentos científicos na solução de problemas encontrados durante os processos e equipamentos, buscando sempre melhorias na manutibilidade das máquinas, maior produtividade e eliminação total dos riscos de segurança do trabalho e meio ambiente. Viana (2002) define como as atribuições da engenharia “começam pela incansável busca de melhorias; a área deverá ser capaz de ver o

invisível e buscar de maneira prática a implantação de projetos que atinjam os objetivos traçados a partir desta visão”.

2.3 Padronização da Manutenção

A manutenção requer uma melhoria constante na execução e gerenciamento das atividades. Com isso a execução pode ser dividida em trabalho operacional, que nada mais é do que o trabalho no chão de fábrica e o gerenciamento consiste no planejamento das atividades, que vai desde as tarefas administrativas, análises de registros de falhas, dimensionamento de estoque, planos de manutenção até reformas e trocas de peças.

Para que tudo ocorra perfeitamente de acordo com Xenos (2017), é necessário aumentar a capacidade de treinamento dos novos funcionários num espaço de tempo mais curto, reduz as paradas indesejadas na produção. O planejamento atuando junto com o processo de padronização permite mapear várias interferências antes da execução, analisando o máximo risco e atuando de forma a evitar os mesmos. Segundo Xenos (2017) com a padronização torna-se possível a transferência de tarefa simples da manutenção, tais como lubrificação, inspeções visuais, pequenos reparos e trocas de peças para operadores de produção, o que aumenta a eficiência do serviço de manutenção.

Segundo Viana (2014), os planos de manutenção, seja eles, preventivos e preditivos, possui o detalhamento das atividades que os executantes do campo irão realizar, dessa forma, possuem o papel de orientar os colaboradores, durante a execução, com isso aumenta a produtividade.

De acordo com Xenos (2017), existe uma estrutura básica de padrões, que são divididos em padrões gerenciais e padrões técnicos, como mostra a figura 2.

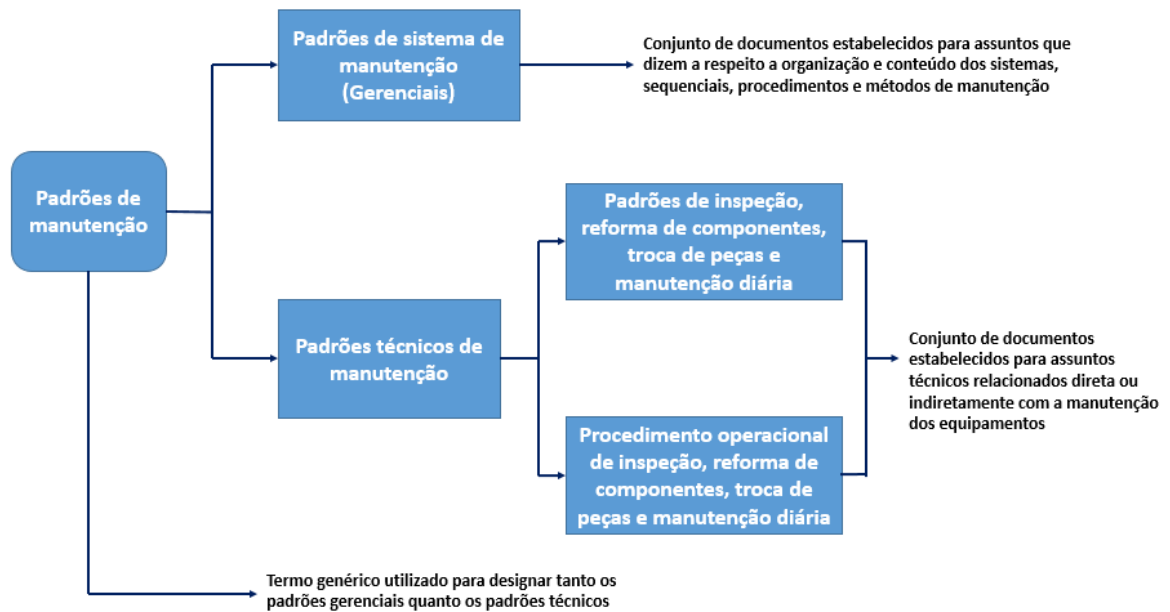


Figura 3: Estrutura básica dos padrões de manutenção.
Fonte: Xenos (2017).

A figura 3 mostra uma estrutura básica dos padrões da manutenção e suas atribuições, detalhando a característica de cada tipo de padrão.

2.3.1 Os Padrões Técnicos de Manutenção

Os padrões técnicos de manutenção segundo Xenos (2017, p. 188) “são um conjunto de documentos que tratam das diversas tarefas operacionais de manutenção, executadas diretamente no chão de fábrica”. Ainda segundo Xenos (2017), esses documentos devem conter todas as etapas e informações para a execução das atividades de manutenção.

Basicamente, os padrões técnicos utilizados na manutenção podem ser divididos em quatro: Padrões de inspeção, padrões de reforma, padrões de trocas de peças e manutenção autônoma, como mostra a figura 4.

TIPOS DE PADRÕES TÉCNICOS	CONTEÚDO	RECOMENDAÇÕES
<p style="text-align: center;">Padrões Técnicos da Manutenção</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">Denominação genérica do conjunto de requisitos de manutenção e respectivos procedimentos operacionais</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Padrões de Inspeção</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Padrões de Troca</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Padrões de Reforma</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Padrões de Manutenção Autônoma (Ver Capítulo 8)</div> </div>	<ul style="list-style-type: none"> • O que inspecionar, em que pontos e com que frequência. • Métodos de inspeção aplicáveis. • Instrumentos e aparelhos necessários. • Critérios de avaliação do resultado da inspeção e limites de atuação (troca ou reforma). • Contramedidas em caso de anomalia. • Precauções de segurança aplicáveis. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Registrar os resultados das inspeções e fazer análise de tendência. 2. Incluir fotos ou desenhos para facilitar a execução das inspeções. 3. Transferir as inspeções sensíveis para os Padrões de Manutenção Autônoma.
	<ul style="list-style-type: none"> • Identificação das peças sujeitas à troca periódica. • Frequência de troca. • Procedimentos de remoção/instalação. • Procedimentos de teste funcional. • Ferramentas, instrumentos e aparelhos. • Precauções de segurança aplicáveis. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Incluir fotos ou desenhos para facilitar a identificação das peças a serem trocadas. 2. Padronizar a identificação e disposição das peças trocadas para evitar sua reutilização. 3. Incluir cuidados durante manuseio e instalação para evitar danos às peças durante a troca.
	<ul style="list-style-type: none"> • Identificação dos componentes sujeitos à reforma periódica. • Frequência de reforma. • Procedimentos de remoção/instalação do componente. • Procedimentos de reforma na oficina ou na área. (desmontagem, limpeza, inspeção, troca de peças, montagem e testes funcionais). • Critérios de avaliação das condições das partes. • Precauções de segurança aplicáveis. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Registrar os resultados da restauração, incluindo a identificação das peças trocadas, resultados das medições e testes funcionais realizados. 2. Incluir fotos ou desenhos para facilitar a execução das tarefas.
	<ul style="list-style-type: none"> • Identificação dos pontos de limpeza, lubrificação, inspeção, reabastecimento. • Identificação dos ajustes e testes. • Frequência das tarefas. • Procedimentos de execução das tarefas. • Critérios de avaliação quantitativos e qualitativos. • Contramedidas em caso de anomalia. • Precauções de segurança aplicáveis. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Incluir fotos ou desenhos para facilitar a execução das tarefas. 2. Utilizar a gestão à vista nos equipamentos para as tarefas rotineiras de limpeza, lubrificação e inspeção.

Figura 4: Tipos de padrões técnicos de manutenção e seus conteúdos.
Fonte: Xenos (2017).

A figura 4 destaca-se os quatro tipos de padrões técnicos de manutenção, o conteúdo de cada padrão e quais as atitudes recomendadas em cada um.

2.3.2 Os padrões de inspeção

De acordo com Viana (2014), os padrões de inspeção são os procedimentos detalhado para realizar uma verificação visual ou com auxílio de aparelhos de medições. Através desse procedimento os mantenedores conseguem detectar possíveis anomalias nos equipamentos.

Além disso Xenos (2017, p. 188) reforça que os “padrões de inspeção são documentos que detalham os itens a serem inspecionados e sua frequência, os métodos de inspeção a serem utilizados, os critérios de julgamento do resultado das inspeções e as contramedidas, em caso de anomalia”.

Segundo Xenos (2017), os padrões de inspeção devem ser bem detalhado, com itens quantitativos e qualitativos para que evite erros durante a rota de inspeção, os procedimentos devem conter todo o detalhamento da inspeção do equipamento, afim de evitar que algum item fique despercebido durante o processo. Sem esse detalhamento dificilmente irá ter uma confiabilidade do processo.

Viana (2014) destaca que, após encontradas as anomalias utilizando os procedimentos de inspeção, as mesmas devem ser tratadas pelo planejamento de manutenção, por meio das ordens de serviço, afim de evitar falas no futuro. Dependendo da anomalia a equipe de manutenção deve atuar de forma ágil afim de evitar uma falha no equipamento.

Xenos (2017, p. 193) destaca para tornar os padrões de inspeção completo as seguintes informações são essenciais:

- Partes dos equipamentos a serem inspecionados;
- Frequência das inspeções;
- Métodos de inspeção;
- Instrumentos e aparelhos de inspeção;
- Características a serem inspecionadas;
- Critérios de julgamento;
- Contramedidas em caso de anomalias.

A figura 5 exemplifica como é aplicado todos esses itens no padrão na pratica.

Empresa		Especificação de Serviço					Máquina	Código
XXX		Inspeção mensal da bomba de água radial centrífuga modelo 2029F (em funcionamento)					Bomba de água modelo 2029F	M-XXX-002-A Folha: 1/1
Item do Parâmetro			Parâmetros de Inspeção/Medição				Ação em caso de anomalia/ observação	
Nº	Item	Nº	Conteúdo	Critério de Avaliação	Registro do Resultado	Instrumento		Método
1	Vedação	1	Gaxeta da bomba	Sem vazamento		-	Visual	Trocar a gaxeta
		2	Conexão de entrada	Sem vazamento		-	Visual	Trocar a junta
		3	Conexão de saída	Sem vazamento		-	Visual	Trocar a junta
2	Fixação	1	Parafusos de fixação da bomba	Apertado		Chave de boca	Manual	Reapertar os parafusos
		2	Parafusos de fixação do motor	Apertado		Chave de boca	Manual	Reapertar os parafusos
		3	Parafusos de fixação das conexões	Apertado		Chave de boca	Manual	Reapertar os parafusos
3	Condições de trabalho	1	Pressão	1,8 a 2,2 kg/cm ²		Manômetro	Visual	Informar ao supervisor
		2	Vazão	18 a 22 m ³ /h		Med. de vazão	Visual	Informar ao supervisor
4	Vibração	1	Vibração do mancal da bomba	$V \leq 4 \text{ mm/s}$ $\alpha \leq 1 \text{ mm/s}^2$		Med. vibração	Ponto indicado	Diminuir periodicidade de medição
		2	Vibração do mancal do motor					
		1	Isolação do motor	$\geq 10 \text{ M}\Omega$				
5	Elétrica							
		5	Contador da alimentação	Lâmpada acesa		-	Visual	Substituir a lâmpada ou o contador
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	
10	Temperatura	1	Temperatura do mancal da bomba	$\leq 55 \text{ }^\circ\text{C}$		Termômetro infravermelho	Ponto indicado	Trocar o mancal
		2	Temperatura do mancal do motor	$\leq 55 \text{ }^\circ\text{C}$			Ponto indicado	Trocar o mancal
		3	Temperatura da carcaça do motor	$\leq 60 \text{ }^\circ\text{C}$			Ponto indicado	Informar ao supervisor
Executante:						Data		

Figura 5: Exemplo de padrão de inspeção.
Fonte: Xenos (2017).

Observa-se na figura 5 um exemplo de padrão de inspeção mensal em uma bomba de água radial centrífuga, mostrando todos os seus itens de inspeção, critérios, instrumento utilizado para a análise e qual ação foi necessária utilizar em caso de anomalias.

Todos esses critérios devem ser seguidos de forma bem elaborada, afim de evitar falhas despercebidas durante a inspeção em campo, de forma a prevenir falhas catastróficas nos equipamentos.

2.3.3 Os padrões de reforma periódica

Os padrões de reforma periódicas de equipamentos de manutenção consistem em segundo Xenos (2017. P. 192) “especificar os requisitos e a periodicidade e a periodicidade de restauração dos equipamentos, afim de restabelecer seus níveis de resistência a falha”. Esses documentos devem descrever de forma detalhada as diferentes formas de restauração dos equipamentos em uma planta industrial.

Xenos (2017) reforça que o procedimento deve conter os seguintes itens do serviço de restauração, de forma detalhada.

- Remoção do equipamento;
- Desmontagem do equipamento;
- Limpeza dos sobressalentes;
- Inspeção dos sobressalentes;
- Retrabalho dos sobressalentes;
- Montagem do equipamento;
- Instalação do equipamento;
- Procedimentos associados.

Os procedimentos de reforma descrevem todas as etapas das atividades de reforma do equipamento, ferramentais a serem utilizadas, parâmetros de reforma, tempo de cada etapa com a quantidade necessária de homem hora, desenhos dos sobressalentes e do conjunto, ou seja, todos os detalhes para a execução da reforma, dessa forma a equipe de manutenção, consigam executar atividade de forma organizada e com parâmetros de consulta.

Esse tipo de padrão, assim como os outros tipos devem passar por revisão constantemente, principalmente quando são realizados modificações ou melhorias nos processos, dessa forma a turma de execução deve ser atualizada sobre a mudança, para que durante a execução não ocorra nenhum imprevisto, reforça Xenos (1998).

A figura 6 mostra um exemplo de procedimento de reforma de uma bomba centrífuga, onde contém todos os detalhes que foram descritos.

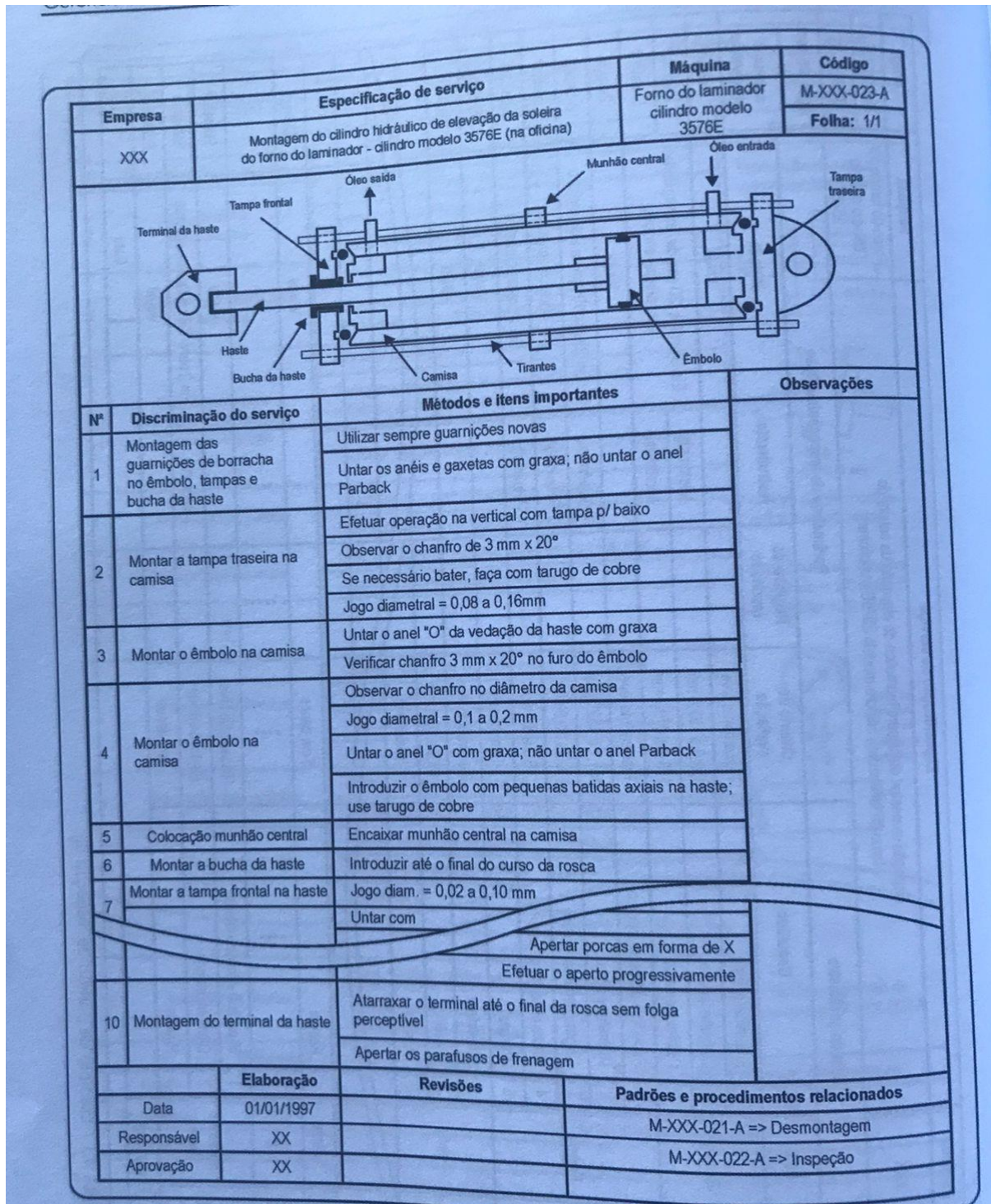


Figura 6: Exemplo de procedimento de manutenção.
Fonte: Xenos (2017).

A figura 6 mostra-se um procedimento utilizado na manutenção de um cilindro hidráulico de elevação da soleira do forno laminador, onde observamos o detalhamento das atividades elaboradas e praticadas, afim de uma melhor análise e execução.

2.3.4 Os padrões de troca periódica

Todos os componentes de um equipamento eles sofre desgaste, ou seja, tem uma vida útil pré-estabelecida segundo orientação do fornecedor, dessa forma de tempos em tempos alguns sobressalentes dos equipamentos devem ser trocados, ressalta Viana (2014).

A ideia de se ter os padrões de troca periódica é com objetivo de sinalizar o planejamento da manutenção de forma automática a necessidade de troca do item, antes que o mesmo venha a falhar, com isso dentro do padrão de troca periódica, assim como os outros padrões tem-se todas as informações necessárias para a troca das sobressalentes e ajuste dos sobressalentes, assim como a mão de obra necessárias, o ferramental e os recursos. É importante salientar que durante a execução dos padrões de troca periódica, a execução também pode realizar a verificação dos sobressalentes em torno, para ver a necessidade de uma troca antecipada, evitando uma falha no equipamento.

Xenos (2017) reforça que os padrões de troca periódica são semelhantes aos padrões de reforma, além disso segundo o mesmo autor, dentre as informações que o procedimento deve ter destaca as seguintes:

- Descrição da desmontagem e do equipamento e dos sobressalentes;
- Métodos para remoção e instalação das peças;
- Cuidados durante a execução do serviço;
- Descrição da montagem do equipamento e seu sobressalente;
- Teste de verificação do funcionamento;
- Lista de ferramentas necessárias e materiais.
- Lista de equipamentos de proteção individual e precauções de segurança.

Todos os itens acima devem esta contidos nos padrões de troca periódica, afim de realizar o máximo de detalhamento possível para a execução da atividade, importante destacar

que esse tipo de procedimento deve ser revisto pelos mantenedores com frequência, não somente antes da execução, afim de, se executar atividades conforme o procedimento solicita.

2.3.5 Os padrões de Manutenção Autônoma

Segundo Viana (2014. p.16) “ no momento em que há um planejamento e programação para realização de serviços por parte dos operadores, temos uma atividade mantenedora presente e efetiva no organismo produtivo”. Ainda de acordo com Viana (2014), na manutenção autônoma vale a máxima: “Da minha máquina cuido eu”, que são adotadas pelos operadores durante processo de produção.

Essas atividades no geral são de simples operação, mas que precisam de treinamentos específicos, para que os operadores saibam identificar cada falha que possa ocorrer nos equipamentos antes de iniciar e durante as atividades, com isso se torna essencial para o planejamento da manutenção.

De acordo com Xenos (2017), os padrões de manutenção são elaborados e utilizados pelos operadores no dia, pois os mesmo devem ser treinados e capacitados para realizar os reparos nos equipamentos, muita das vezes esse treinamento é dado pelo setor de manutenção.

Xenos (2017) destaca que, “ além de melhorar a cooperação entre os operadores e o pessoal da manutenção, a manutenção autônoma é um método eficaz que, aplicado diretamente no chão de fábrica, contribui para eliminar as falhas nos equipamentos”

2.4 Planejamento e Controle da Manutenção

Sobre o PCM -Planejamento e Controle da Manutenção, Souza (2008, p.141) define:

Um conjunto estratégico de ações para preparar, programar, controlar e verificar o resultado da execução das atividades da função manutenção contra valores pré-estabelecidos e adotar medidas de correções de desvios para a consecução das metas e objetivos da produção, consequentemente da missão da empresa.

De acordo com Teles (2019), o setor de Planejamento e Controle da Manutenção pode ser considerado um dos setores fundamentais para as indústrias de modo geral, pois é de responsabilidade dessa área realizar o gerenciamento e controlar todo setor de manutenção. As informações de um modo geral são tratadas por esse setor, seja o custo de manutenção,

mão de obra da manutenção, falhas ocorrido nos equipamentos, gestão das demandas da área e disponibilidade dos equipamentos.

Segundo Branco Filho (2008), o PCM fortalece o ciclo de gerenciamento da manutenção em uma organização, por meio da implantação das seguintes atividades: assessorar a gerência em relação a programação e controle; gestão sobre a manutenção; negociar entre a manutenção e produção; revisar e coordenar as programações, planos e instruções de Manutenção; promover avaliações sobre os pontos de perda de produtividade e dentro dessa realidade produzir sugestões; detalhar responsabilidades e outros.

Viana (2002, p.19) define PCM como “ uma atividade processual, que visa coordenar de forma eficiente todos os recursos envolvidos na manutenção, de forma a atender as suas principais demandas; manter o perfeito funcionamento da maquinaria e buscar sempre a melhoria dos processos “

Branco Filho (2008) ressalta como vantagens da existência de um programador e um planejador para as atividades de manutenção:

- Redução do desperdício de tempo e mão-de-obra através do mapeamento do que fazer, como, onde, quando e com quais recursos fazer, além de evitar inconsistências durante a execução da tarefa;
- Aumento da eficiência de mão-de-obra direta e aumento da produtividade através da redução do tempo de parada dos equipamentos apenas ao necessário;
- Padronização dos procedimentos de execução da tarefa a fim de documentar as atividades de rotina e acompanhar os resultados das equipes de forma idêntica e sistemática;
- Análise de desvios de metas e medidas de correção através do acompanhamento de metas e de indicadores de manutenção que permitem medir o desempenho das equipes e traçar medidas de melhoria e correção desejáveis.

Para que os processos do setor manutenção interajam entre si, é necessário realizar um sistema de controle de manutenção que está contido dentro do planejamento da manutenção. Ele permitirá identificar os seguintes aspectos conforme Kardec e Nascif (2019, p. 123):

- Que serviço serão feitos;
- Quando os serviços serão feitos;
- Que recursos serão necessários para o serviço;
- Quanto tempo será gasto em cada serviço;
- Quais serão os custos de cada serviço, o custo por unidade e o custo global;

- Que materiais serão aplicados;
- Que máquinas, dispositivos e ferramentas serão necessários;
- Nivelamento de recursos – mão de obra;
- Programação de máquinas operatrizes ou de elevação de carga;
- Registo para consolidação de histórico e alimentação de sistemas de especialistas;
- Priorização adequadas dos trabalhos.

Segundo Viana (2014), percebe-se que são vários os aspectos a serem tratados pelo setor de Planejamento e Controle da Manutenção, que são importantes para o processo, mas vale destacar alguns, como: a priorização das atividades, os quadros de funcionários da manutenção normalmente são enxutos e a carteira de demandas muitas vezes é muito extensa. Dessa forma, é necessário que o planejamento da manutenção priorize as atividades mais críticas, afim de atuar inicialmente nas mesmas e de forma controlada, pois deve-se evitar ao máximo após as preventivas e corretivas não programadas. De acordo com a Figura 7, o PCM é apresentado no organograma segundo Teles (2014)

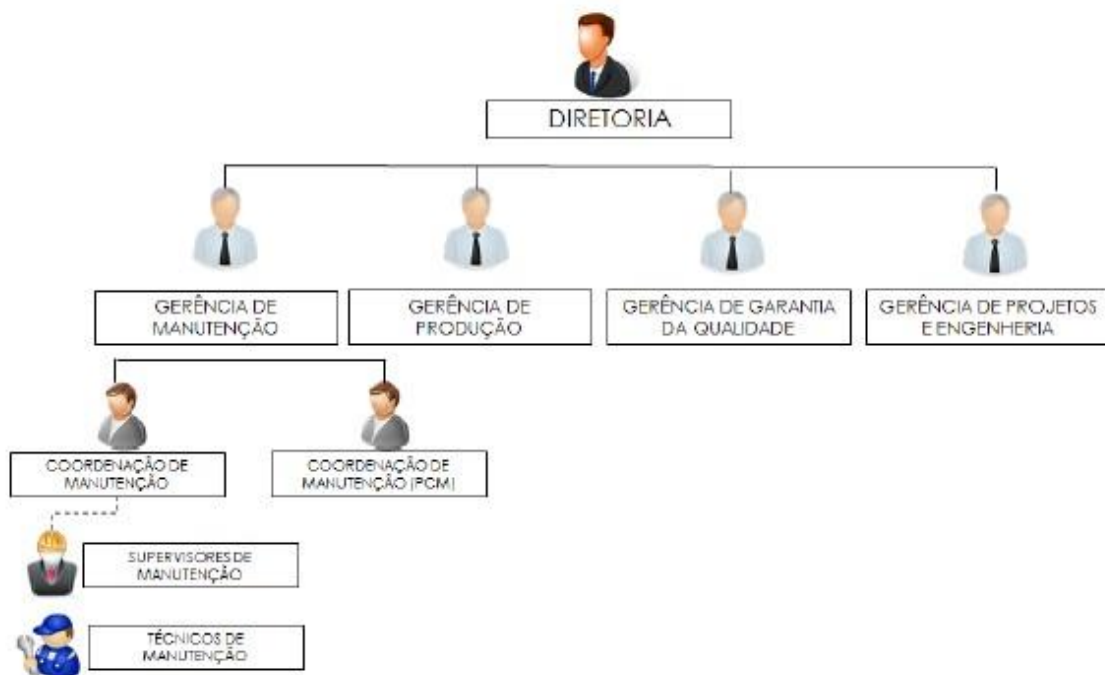


Figura 7: PCM no organograma de uma organização.
Fonte: Teles (2019).

Observa-se na Figura 7 que como é a idealização da organização dentro de uma empresa e como o PCM é configurado dentro desse organograma, ou seja, ele tem suas tarefas dentro da gerência da manutenção.

O PCM é de suma importância para empresa em todos os aspectos da manutenção, pois a partir dela vem todo o gerenciamento para o melhor aproveitamento e menor custo para instituição. De acordo com Teles (2019), não existe uma norma definida para a implantação do PCM de uma empresa, e a estrutura é influenciada diretamente pelo tamanho da empresa, pela área de atuação da manutenção e pela quantidade de ativos a disposição da empresa.

Teles (2019, p. 65), o quadro de funcionários do planejamento e controle da manutenção é geralmente composto por:

- Coordenador de manutenção;
- Supervisores de Manutenção;
- Planejadores de Manutenção;
- Programadores de Manutenção;
- Analistas de Manutenção;
- Inspetores de manutenção Preditiva;
- Inspetor de Rota;
- Técnicos de Manutenção Preventiva;
- Auxiliares administrativos;
- Estagiários;
- Desenhistas Projetistas.

A partir desse quadro Teles (2019) definiu a posição de cada função dentro da organização, conforme a figura 8 a seguir:

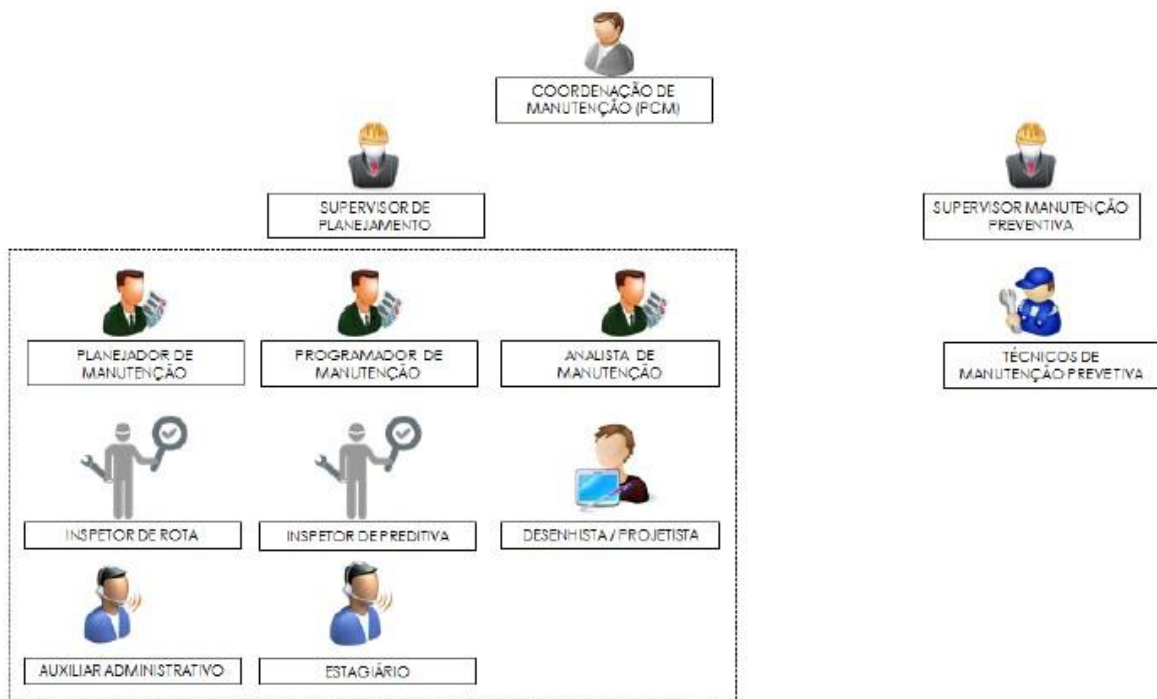


Figura 8: Estrutura básica do PCM.
Fonte: Teles (2019).

Observa-se na figura 8 como é a estrutura básica do PCM dentro de uma organização, dentro da mesma podemos observar todos os níveis e funções que compõem o quadro.

2.4.1 Tagueamento de Equipamentos

Com o passar do tempo se tornou necessária a localização dos equipamentos, devido a necessidade dos controles setorizados, bem como a atuação organizada da manutenção.

Viana (2014, p.21), definiu que o tagueamento “ é a base da organização da manutenção, pois ele será o mapeamento da unidade fabril, orientando a localização de processos, e também de equipamentos para receber a manutenção”. De acordo com Teles (2019, p.113), o “Tagueamento dos equipamentos consiste em criar um código único e logico para cada equipamento da linha de produção, e identifica-lo fisicamente através de uma etiqueta”. Essa ação se faz necessária por diversos motivos e de acordo com Teles (2019), as prioridades são: Segurança; Rastreabilidade; Identificação funcional; Localização Geográfica do equipamento. Na figura 9 a seguir, mostra-se um exemplo de tagueamento da Norma NBR-8190:

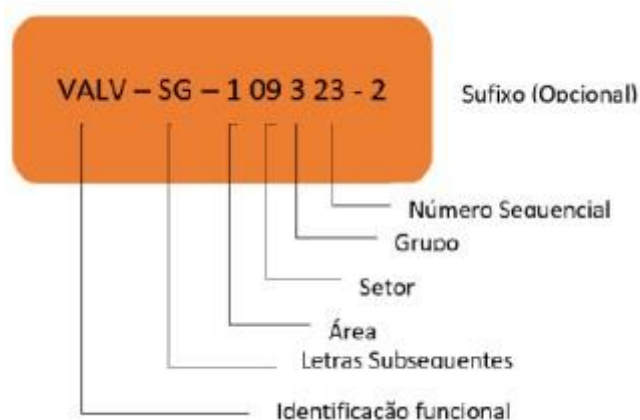


Figura 9: Exemplo de tagueamento da norma a NBR-8190.
Fonte: Teles (2019).

A figura 9 mostra a norma NBR- 8190 (descontinuada em 2010) para o tagueamento, lembrando que não é obrigatório seguir o padrão definido pela norma, mas é sim obrigatório que se tenha um padrão de tagueamento dentro da empresa. A Tag explica o que significa cada componente dentro de tagueamento, facilitando assim a identificação do equipamento e facilitação para o processo de manutenção.

2.4.2 Características Técnicas dos Equipamentos

Nos dias de hoje a manutenção conta com uma gama de dados enorme e com isso se torna necessário uma documentação de todas características técnicas, pois dificilmente os funcionários lembrarão de todas as informações pertinentes de cada máquina ou equipamento.

Com isso, o planejamento deverá possuir em cada equipamento uma ficha técnica que de acordo com Teles (2019, p.115) deverá conter as seguintes informações:

- Descrição do equipamento;
- Tag;
- Localização;
- Foto do Equipamento;
- Desenho técnico;

Segundo Viana (2014, p.43), “Saltam aos olhos os ganhos que acumularemos em eficiência, organização e confiabilidade, dispondo de um acervo técnico de rápida consulta”. Ainda segundo Viana (2014), a base para a documentação das características, são as folhas de especificação (FE), que são necessários vários modelos de folhas visando atender a cada grupo de máquinas. A definição desses grupos procura proporcionar a junção de equipamentos com características comuns, buscando facilitar a procura por informações técnicas.

2.4.3 Materiais para Manutenção

Segundo Viana (2014, p.46), “Para uma execução perfeita dos serviços da manutenção, além de uma alta qualidade da mão de obra e ferramental, um estoque otimizado de itens sobressalentes é imprescindível, e o almoxarifado deve conter dois objetivos: possuir matérias e ser econômico”.

De acordo com Viana (2014), para a formação do estoque devemos analisar os itens a seguir: Grau de risco do item para o processo; Custo do material; Tempo de vida útil; Fornecedores; Demanda de área.

Para inserção de um novo item no estoque devemos ter a solicitação da equipe de manutenção por um novo item, devido sua necessidade em campo, a partir daí a Engenharia de manutenção definirá o grau de risco para o processo. Segundo Viana (2014) e Teles

(2019), os graus de risco são classificados em: Vital; Semivital; não vital; de risco extremo; previsível; imprevisível, por isso utilizamos a TAG no equipamento.

Viana (2014) destaca um fluxo a ser seguido para a inclusão de material no estoque, como mostra a figura 10.

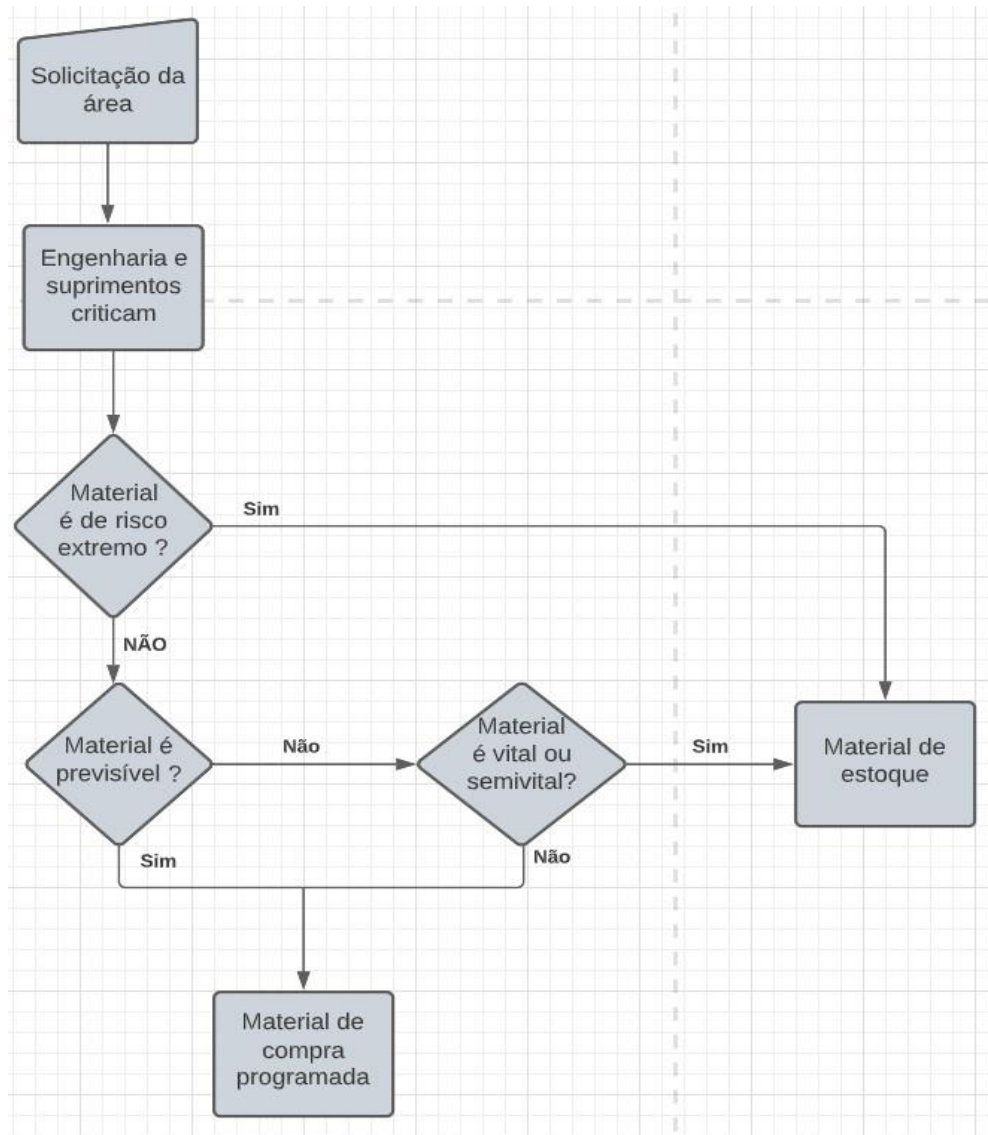


Figura 10: Fluxo de inclusão de materiais no estoque.
Fonte: Viana (2014).

Podemos observar que a figura 10 mostra todas as perguntas necessárias dentro do fluxo para a inclusão de materiais no estoque da empresa.

2.4.4 Matriz de Prioridade

Durante as operações de produção diversas vezes ocorrem falhas nos equipamentos e a equipe de manutenção fica em dúvida em qual equipamento começar a realizar correções, já que não existem homens suficientes para todas as falhas instantaneamente, daí vem a necessidade de saber qual a ordem dos reparos.

Viana (2014) destaca que utilizando a matriz de prioridade, que consiste numa combinação da criticidade do equipamento e o nível de urgência do serviço chegaremos a montar uma tabela de ordem de serviços para cada equipamento que falhar, a definição de urgência do serviço é uma ação humana e depende da crítica da área de manutenção e a classificação dos equipamentos são feitos através das suas tags, em graus críticos, ela utilizara uma regra contendo o impacto da parada nos aspectos de segurança no trabalho, meio ambiente, qualidade do produto e operacionalidade da planta.

Teles (2019) dividi os equipamentos em 3 níveis de criticidade, conforme a figura 11.

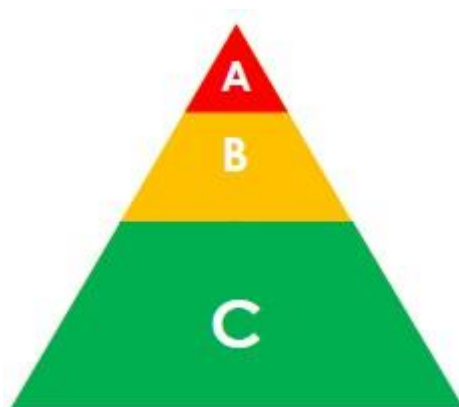


Figura 11: Níveis de criticidade.
Fonte: Teles (2019)

Nível A: São os equipamentos mais importantes;

Nível B: São os equipamentos de importância intermediária;

Nível C: São os equipamentos de menor importância;

Segundo Teles (2019), a intenção é sempre deixar a quantidade de equipamentos no nível A menor que 20%, no nível B entre 30 e 40% e no nível C entre 40 e 50%, a estratégia

para reduzir a criticidade dos equipamentos consiste na elaboração de um plano de ação para atacar o ponto que está causando a elevação da criticidade do equipamento.

2.4.5 Histórico de Manutenção

De acordo com Viana (2014), ter os dados antigos sobre os serviços de manutenção possui uma grande importância no gerenciamento de um processo produtivo, pois com esse banco de dados sempre atualizados, permite uma pesquisa rápida por data, tag, equipamento, elemento, causa, sintoma e intervenção, conseguiremos acompanhar toda a trajetória do equipamento e dos problemas que o acompanham, e para operacionalizar a organização dos dados das Oms inserimos na mesma três campos: Causa (motivo da intervenção), Sintoma (efeito resultante no maquinário), Intervenção (Solução dada).

2.4.6 Equipes de Manutenção e Suas Especialidades

De acordo com Viana (2014, p.62), “O cadastro de equipes e suas especialidades objetiva-se ter um banco de dados necessários para o correto dimensionamento de pessoal, facilitando desta forma a programação dos serviços, pois sabendo quem está disponível, facilita o trabalho”.

Segundo Teles (2019) e Viana (2014), o fato de um profissional estar classificado em uma determinada especialidade não impede que ele execute serviços de outra função comum em sua área, já que nos dias de hoje é normal o funcionário ter multifuncionalidade.

2.4.7 Os Homens da Manutenção

- O executante

Viana (2014) mostra que ao longo do tempo o executante mudou de papel, antes era o técnico especializado na área da manutenção e hoje em dia é o próprio operador que realiza essa tarefa. Os operadores deverão ser responsáveis pela instrução de lubrificação e limpeza, engaxetamento e reaperto, além de inspeção de eventuais falhas nos equipamentos. Hoje chamamos esse método de manutenção autônoma.

- O Planejador

De acordo com Viana (2014, p.77), “ o planejador tem importância sem igual, já que suas atribuições são a reunião de três cargos que são: Planejador, Programador e coordenador de materiais”.

Segundo Teles (2019) e Viana (2014), as funções do planejador são: Gerenciamento dos planos de manutenção; Coordenação e tratamento das inspeções; Gerenciamento dos cadastros da manutenção; Programação de serviços; Programação de paradas; Controle dos índices de manutenção; revisar constantemente o escopo das atividades de manutenção. Como podemos observar as funções do planejador são muitas e requer experiência do processo de execução, já que essa vivência trará um importante conhecimento do processo e equipamento envolvido.

- O Supervisor de Manutenção

De acordo com Teles (2019), a função do supervisor é trabalhar para manter o equilíbrio das três principais áreas da gestão da manutenção, que são: Gestão de pessoas; Gestão de processos; Gestão de ativos; ainda segundo ele, outro ponto importante é o desenvolvimento das habilidades da equipe, o supervisor deve identificar as dificuldades de cada membro do time e desenvolvê-la através do direcionamento a treinamentos individualizados.

Viana (2014, p.79), destaca que o supervisor de manutenção tem a função de coordenação e orientação da equipe de executantes, particularmente os técnicos, suas atribuições vão de questões técnicas até questões burocráticas como controle de custo e horas extras dos seus subordinados”. Ainda Segundo Viana (2014), exige-se do supervisor habilidades como: “Pensamento sistemático; Capacidade de realização; Estratégia; Criatividade; Respeito e Controle; Motivar; Orientação e Gerenciamento; Coordenação de ações; Controle pessoal; Custos de manutenção; Gestão de segurança”.

- A Engenharia de Manutenção

De acordo com Kardec e Nascif (2009), a Engenharia de Manutenção pode ser entendida como a aplicação de técnicas modernas de manutenção para perseguir *benchmarks* visando aumentar a confiabilidade, manutibilidade e disponibilidade dos equipamentos de forma a eliminar problemas tecnológicos, melhorar a gestão de mão de obra, elaborar novos projetos para melhoria da execução e atividades, fazer estudos e análises de falhas e acompanhar indicadores através da documentação técnica.

Segundo Viana (2014), a engenharia da manutenção tem como objetivo promover o progresso tecnológico, através da aplicação de conhecimentos científicos na solução de problemas encontrados durante os processos e equipamentos, buscando sempre melhorias na manutenibilidade das máquinas, maior produtividade e eliminação total dos riscos de segurança do trabalho e meio ambiente. Viana (2014, p.83) define “como as atribuições da engenharia começam pela incansável busca de melhorias; a área deverá ser capaz de ver o invisível e buscar de maneira prática a implantação de projetos que atinjam os objetivos traçados a partir desta visão”.

- O Gerente de Manutenção Industrial

De acordo com Viana (2014), as principais funções do gerente são: ter formação em engenharia; experiência na área de manutenção, planejamento e execução; capacidade de negociação apurada; bons conhecimentos em administração, organização e segurança do trabalho; boa comunicação.

Viana (2014, p.84) define que “o gerente será responsável pelas decisões, orientadas no sentido de alcançar as metas definidas para sua área, e a empresa como um todo, será de sua responsabilidade todo o custo e investimento da manutenção”.

2.4.8 Os Planos de Manutenção

Segundo Teles (2019, p.136), “o objetivo principal de um plano de manutenção é minimizar o impacto de eventos não planejados em segurança, meio ambiente e rentabilidade comercial”. Ainda segundo Teles (2019), a principal ferramenta de confiabilidade que serve como transporte para alcançar e sustentar as metas e objetivos do setor de manutenção é o FMEA.

De acordo com Viana (2014, p.87), os planos de manutenção “são um conjunto de informações necessárias, para a orientação perfeita da atividade de manutenção preventiva, os mesmos apresentam o detalhamento da estratégia de manutenção assumida por uma empresa”. Viana (2014) ressalta algumas características como, a qualidade das suas instruções e sua disposição no tempo e espaço determinam o tratamento dado pelo organismo para sua ação preventiva e que os planos de manutenção são distribuídos em 5 categorias, que são: Planos de inspeções visuais; Roteiros de Lubrificação; Monitoramento de características dos equipamentos; Manutenção de troca de itens de desgaste; Plano de intervenção preventiva, conforme mostra a tabela 1.

Tabela 1: Planos de manutenção.

Planos de manutenção	Características
Plano de Inspeções Visuais	* Observação de ruídos, temperatura, conservação, vibração; * Periodicidade padronizada; * Rota de inspeção.
Roteiros de Lubrificação	*TAG; * Tipo de lubrificante; *Método de aplicação.
Monitoramento de Características dos Equipamentos	* Acompanhamento em tempo real; * baixo custo de manutenção; * Aumento dos níveis de qualidade.
Manutenção de Troca de Itens de Desgaste	* Itens de sacrifício; * Quais são os itens de cada equipamento; * Periodicidade de troca
Plano de Intervenção Preventiva	* Equipamento em seu melhor estado operacional; * Gerar Oms periódicas; * Revisão dos planos de manutenção periodicamente.

Fonte: Pesquisa Direta (2022).

Observa-se na tabela 1 que os planos de manutenção, segundo Viana (2014), são divididos em cinco principais categorias, que incluem do plano de inspeções visuais ao plano de plano de intervenção preventiva. Além disso, na tabela são descritas as características de cada plano de manutenção.

2.4.9 Planejando e Programando a Manutenção

Na manutenção um planejador tem a função de elaborar procedimentos técnicos das atividades de manutenção e também possui uma carteira de serviços, onde estão todas as informações de tarefas existentes nos equipamentos.

De acordo com Viana (2014), as fontes das carteiras são: OMs preventivas, que são geradas dos planos de manutenção ligados aos equipamentos; OMs geradas por solicitação de serviços dos operadores; OMs para atender corretivas; Oms de inspeções de campo. Viana (2014) ainda complementa dizendo que a carteira tem fundamental importância para o PCM, pois é por ela que são realizado todo o trabalho da equipe de manutenção, como mostra a figura 12.

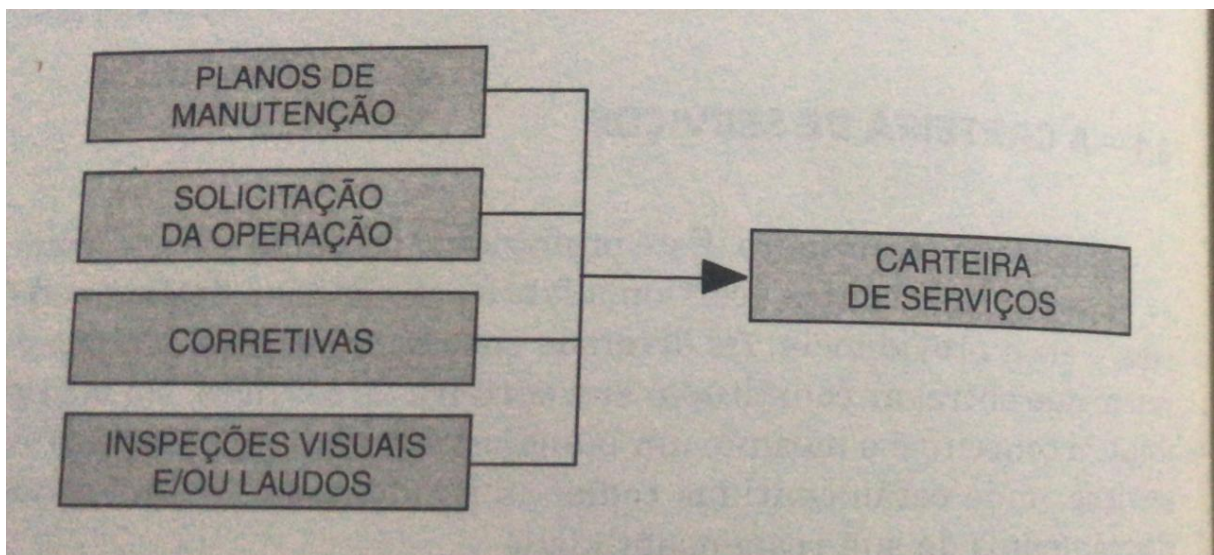


Figura 12: Fontes da carteira de serviços.
Fonte: Viana (2014).

Observa-se na figura 12 como é a composição de uma carteira de serviços na manutenção, e quão importante ela é para a organização da equipe, pois é a partir dela é feita o direcionamento das funções e ações dos mantenedores.

2.4.10 Materiais Necessários

Para uma execução perfeita de toda equipe de manutenção, além do que já foi dito em páginas anteriores como, mão de obra qualificada e ferramentas próprias para cada serviço tem se os materiais que são imprescindíveis no processo.

Viana (2014) destaca que a função do planejador é a solicitação de materiais de compra, via a área de compras, pois é de suma importância a troca de informações entre o PCM e a área de compras afim de sanar quaisquer buracos na comunicação existentes, pois poderá acarretar a problemas na manutenção por falta de peças e parar a produção inesperadamente. Outro ponto muito importante é a relação entre PCM, almoxarifado e área de compras, pois não devem ocorrer o erro de solicitação de materiais que já se encontra no setor do almoxarifado, ocasionando assim um gasto desnecessário.

Viana (2014, p.119) ressalta que “ os materiais da OM deverão ser organizados pelo planejador, na forma de kits acompanhados do número da ordem a que se refere disponibilizados um dia antes da data da manutenção na oficina mantenedora”.

2.4.11 Priorização das Ordens de Serviços

Todas as ordens de manutenção receberão um critério de prioridade, a definição de qual critério, de acordo com Viana (2014) é:

Prioridade 0: É dado aqueles serviços que visem solucionar pendências de segurança, meio ambiente, qualidade e produção, com tempo inferior a 14 dias para solução.

Prioridade 1: É atribuído aqueles serviços que buscam resolver problemas de segurança, meio ambiente, qualidade e produção com tempo superior a 14 dias e inferior a 30 dias.

Prioridade 2: É para aqueles serviços diferentes das de segurança, meio ambiente, qualidade e produção, com tempo se solução menor que 30 dias ou maior que 30 dias.

3 METODOLOGIA

3.1 Tipos de Pesquisa

Para Gil (2017), pesquisa consiste em fornecer a resposta a um problema proposto, ela é necessária quando não se tem informação suficiente para a resposta ao problema, ou de forma que as resoluções dos problemas estejam de forma desorganizada, sendo necessário realizar a junção das informações para se obter a solução.

Para Ander-Egg (1978, p.28), a pesquisa é um “ procedimento reflexivo sistemático, controlado e crítico, que permite descobrir novos fatos ou dados, relações ou leis, em qualquer campo do conhecimento”. De acordo com Marconi e Lakatos (2007, p.43) a” pesquisa é um procedimento formal, com método de pensamento reflexivo, que requer um tratamento científico e se constitui no caminho para conhecer a realidade ou para descobrir verdades parciais”.

Em se tratando da forma de abordagem da pesquisa é possível analisar duas formas que são: pesquisa qualitativa e quantitativa. Para Lakatus e Marconi (2021), pesquisa quantitativa se trata da pesquisa que apresenta dados numéricos e estatísticos, de forma que permite quantificar as informações coletadas durante a pesquisa e após as informações coletadas é preciso analisá-las. De acordo Creswell apud Soares (2019, p.21) pesquisa qualitativa:

se dá quando o pesquisador estuda os fenômenos em seus ambientes naturais, tentando interpretá-los a partir do modo como são vistos. Sendo assim, esse tipo de pesquisa envolve a coleta e utilização de uma série de materiais empíricos (tais quais estudo de caso, experiência pessoal, observação, históricos, interação de fenômenos ou fatores, entre outros), relativos à rotina e aos entraves observados na análise em questão.

Diante disso, tendo em vista essas duas definições de formas de pesquisa a que se melhor enquadra para coleta de informações é a pesquisa qualitativa, pois se trata de uma proposta de Planejamento e Controle de Manutenção – PCM numa empresa de mineração no setor de terraplanagem.

Quanto ao objetivo da pesquisa, Gil (2017) ressalta que existem três tipos que são: em explicativa, descritiva e exploratória. O autor comenta que a pesquisa explicativa tem o foco de gerar em torno de uma justificativa do porque ocorreu aquele fenômeno e a pesquisa descritiva é retratar o fenômeno e o autor não tem intervenção.

De acordo com Gil (2017), a pesquisa exploratória permite maior familiaridade com problema, logo ela é mais flexível comparada às outras. Além disso, Gil (2017) reforça que com a pesquisa exploratória melhora a construção das hipóteses de resolução ficam mais explodidas.

Quanto aos procedimentos técnicos de pesquisa, Gil (2017) define os seguintes métodos de pesquisa: bibliográfica, documental, experimental, ensaio clínico, estudo caso, estudo de corte, levantamento de campo, estudo de caso, pesquisa etnográfica, pesquisa fenomenológica, teoria fundamentada nos dados, pesquisa-ação, pesquisas mistas, pesquisa participante pesquisa narrativa. Um trabalho não necessariamente atende somente um estudo. O presente trabalho é classificado como: pesquisa bibliográfica, pois foram apresentados os conceitos de manutenção, planejamento e procedimento operacional com base em vários autores e artigos utilizados como fonte de referência. Essa pesquisa é também documental, pois é utilizado documentos da empresa para auxiliar na criação da solução do problema proposto.

E por fim, o estudo de caso que consiste em um estudo de Planejamento e Controle de Manutenção no setor de terraplanagem numa empresa do setor de mineração, tem como objetivo de obter um amplo conhecimento de todas as etapas, além de permitir lidar com um problema real que várias empresas podem estar sofrendo, principalmente as que estão recentes no mercado.

3.2 Materiais e Métodos

Para o presente trabalho fez-se necessário um estudo sobre as condições encontradas na empresa na área de manutenção. Dessa forma, elaborou-se etapas a serem seguidas para elaboração do procedimento a serem tomados para a implantação do PCM, como mostra a figura 13.

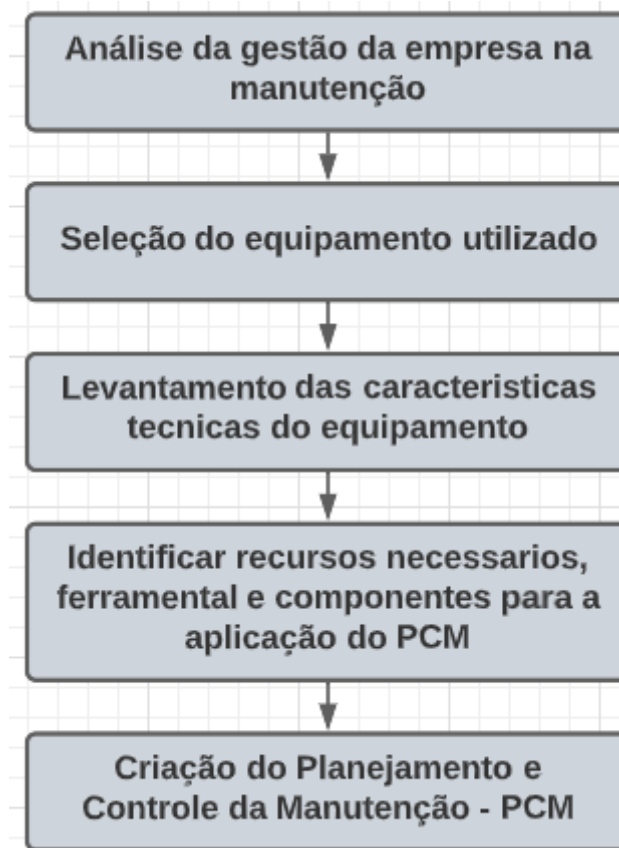


Figura 13: Etapas da metodologia proposta.
Fonte: Pesquisa direta (2022).

Como observado na Figura 13, são divididas as etapas de metodologia que vai da análise da gestão da empresa na manutenção à criação do PCM

A análise do processo de manutenção vai ser definida a partir dos métodos de manutenção utilizados na empresa, a fim de ter conhecimentos de como é feito cada método para a partir de aí seguir para a análise do planejamento da manutenção que possui um papel fundamental na dinâmica da manutenção de qualquer empresa, pois é a partir dele que são definidos quando que serão feitos cada troca de componentes.

Com isso, parte-se para o levantamento de dados da manutenção da empresa, afim de ter todos os detalhes da equipe de manutenção com o objetivo de obter o máximo de informações possíveis, para auxílio do trabalho proposto.

Diante disso foi identificado as características de cada equipamento da empresa, pois é através dele terá as informações dos fabricantes, que perante a manutenção é importantíssimo, pois é dele que veremos a tendência de falha de cada componente, podendo assim definir os planos de controle e manutenção. Após essa etapa, analisar os recursos, ferramental e componentes possuídos pela empresa e quais estão faltando para colocar em pratica todo método proposto.

E por fim, após a coleta de todos os dados necessários é realizada a criação do Planejamento e Controle da Manutenção, afim de auxiliar o setor de manutenção.

3.3 Variáveis e Indicadores

Para melhor entendimento do trabalho é necessário realizar o estudo das variáveis e dos indicadores. Segundo Gil (2002, p.32), o conceito de variável é:

Tudo aquilo que pode assumir diferentes valores ou diferentes aspectos, segundo os casos particulares ou as circunstancias. Assim, idade é uma variável e pode assumir diferentes valores. (...) Classe social também é uma variável. Embora este conceito não possa assumir valores numéricos, pode abranger categorias diversas, como: alta, média, baixa.

Já sobre os indicadores Gil (2002), são utilizados para mensurar as questões implícitas das variáveis, de forma a controlar por meio numérico ou não numérico a andamento da solução do problema, auxiliando no acompanhemos e controle.

A tabela 2 mostra as variáveis e indicadores para o Planejamento e Controle de Manutenção.

Tabela 2: Variáveis e indicadores.

Variáveis	Indicadores
Planejamento e Controle de Manutenção	<ul style="list-style-type: none"> * Caracteristicas tecnicas dos equipamentos * Materiais para manutenção * Matriz de prioridade * Historico de manutenção * Planos de manutenção * Cronograma * Equipe de manutenção e suas especialidades * Arquivamento de desenhos e catalogos

Fonte: Pesquisa Direta (2022).

Observa-se na tabela 2 as variáveis e seus indicadores para o Planejamento e Controle da Manutenção, que vão de características técnicas dos equipamentos até arquivamento de desenhos e catálogos.

3.4 Instrumentos de Coleta de Dados

Para coleta de dados deste trabalho foi utilizado como base de dados Planejamento e controle de manutenção.

Agora, para o levantamento dos materiais utilizou planilhas de Excel, que contam com informações de controle de manutenção de uma empresa do setor de terraplanagem, além disso foram utilizadas outras informações da empresa estudada.

3.5 Tabulação dos Dados

Os instrumentos para a tabulação de dados utilizados são *Microsoft Excel* para construção de gráficos e itens de troca, *Microsoft Word* para a criação e modelos de relatórios de planejamentos.

3.6 Considerações Finais do Capítulo

Esse capítulo teve a função de mostrar a metodologia utilizada durante o trabalho, além das ferramentas e instrumentos. Já no capítulo seguinte é mostrado a análise dos resultados no que diz respeito à primeira parte, com as características gerais da empresa e sua atuação no mercado de uma forma geral.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Características da empresa

A empresa analisada atua no mercado da Construção Civil, Terraplanagem, recuperação Ambiental de áreas degradadas, urbanização, locação de equipamentos e mão de obra. A empresa presta serviço para toda região de Mariana, sendo em prefeituras às empresas privadas. Na figura 14 é mostrado os departamentos da empresa.

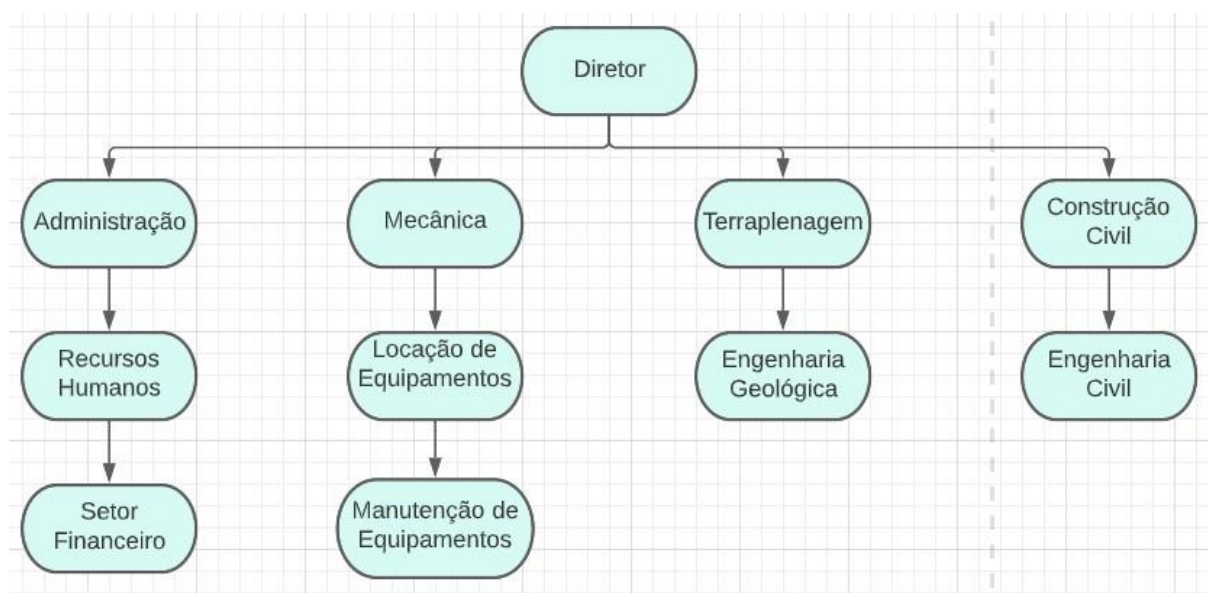


Figura 14: Fluxograma dos departamentos da empresa.
Fonte: Pesquisa direta (2022).

A figura 14 demonstra como é a divisão dos departamentos da empresa analisada, observa-se que é centralizada no diretor que também é o proprietário da empresa, como a pesquisa é para área de manutenção destaque-se a mesma.

Os equipamentos têm que estar sempre em boas condições e aptos para desempenhar seu funcionamento normalmente. Por ser uma empresa de pequeno porte, os seus investimentos na área de manutenção são baixos, priorizando sempre a produção, o que torna a área de manutenção defasada.

A área de manutenção de equipamentos é importantíssima, pois com ela é que a empresa consegue cumprir todas as contratações, entregar as obras no tempo determinado. Muitas vezes os equipamentos estão muito longe do polo da empresa, isto dificulta o processo de manutenção, por isso o planejamento se torna tão importante.

4.2 Setor de Planejamento e Manutenção da empresa analisada

O setor de Planejamento e Manutenção da empresa analisada tem a seguinte divisão: o setor de operadores, planejamento de paradas programadas, controle de manutenção. Os setores são responsáveis por levantar todas as anomalias dos equipamentos e realizar a gestão das pendências de forma planejada. Dessa forma é descrito cada função dentro do planejamento de manutenção no setor de terraplenagem.

O setor de operadores é responsável por realizar as inspeções diárias do equipamento usado, afim de encontrar problemas em seu estado de funcionamento. Dessa forma, os operadores preenchem um checklist, e passam todos os dados encontrados numa manutenção autônoma para o setor de planejamento de paradas.

O setor de planejamento de paradas tem a função de planejar quando serão feitas as paradas dos equipamentos, quais materiais ira utilizar, quem serão os responsáveis por fazer a manutenção, o dia e local apropriado para realizar as atividades. O profissional responsável por esta área é o supervisor de manutenção, que por sua vez conta com o auxílio de um estagiário. O estagiário utiliza planilhas de Excel afim de registrar todas as informações necessárias para que seja feita a parada da melhor maneira possível, diminuindo assim todos os riscos de falhas nas operações. Como são muitos equipamentos que estão em funcionamento diariamente é necessário a atualização todo fim de expediente afim de manter as informações atualizadas para o dia seguinte.

O controle de manutenção é responsável pelo controle de custos da manutenção. Sua função é realizar o levantamento dos custos mensais do setor de manutenção e uma previsão para o mês seguinte. Com isso controlam os custos e acompanhamentos de contratos de terceiros, custos de reforma de equipamentos, custo de aquisição de equipamentos, custo de sobressalentes etc. Os mesmos são responsáveis por controle de custos mensais de forma que não ultrapassem o custo planejado.

Os mecânicos são responsáveis por colocar em pratica todo o planejamento feito, ou seja, eles são os executores, os que realizam a atividade manutenção. Na figura 15 mostra os departamentos e responsáveis pela manutenção dos equipamentos.

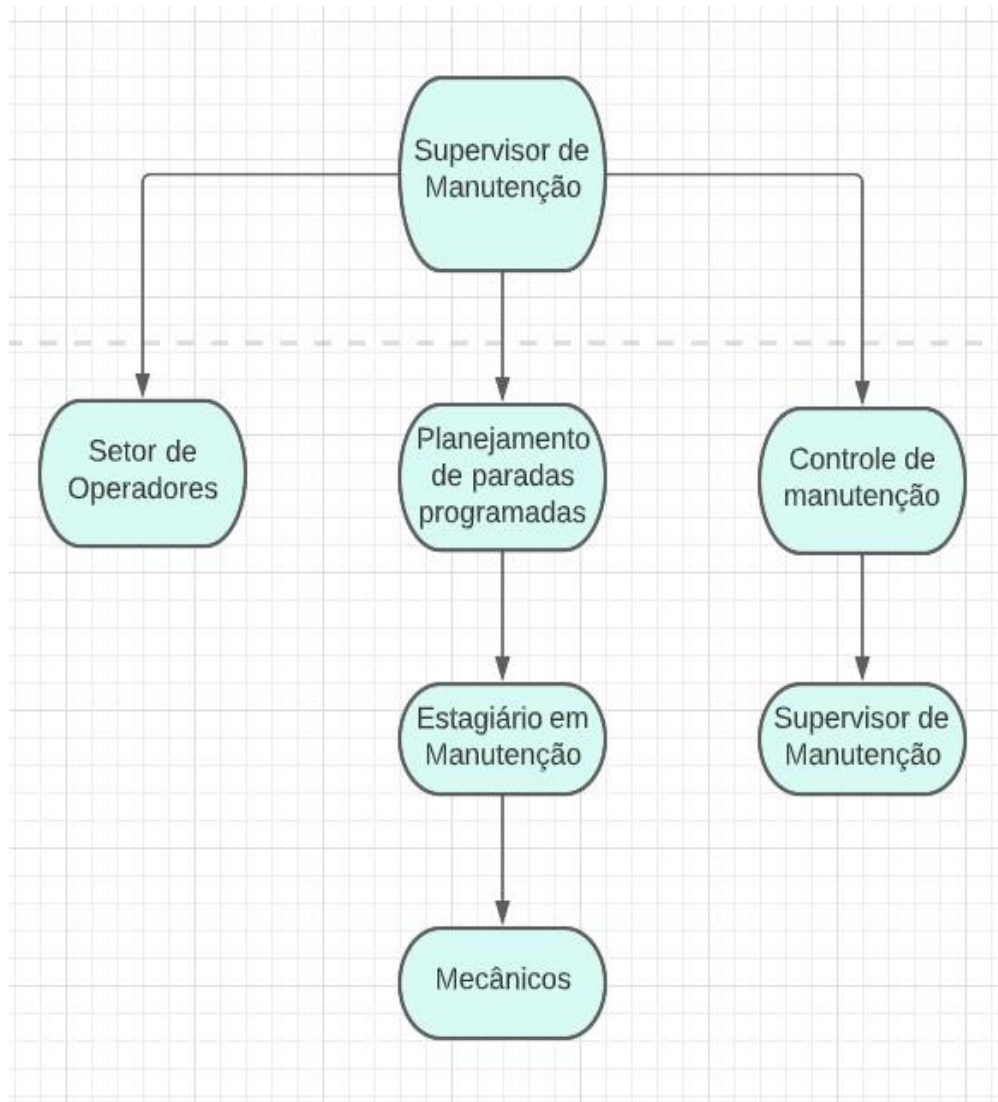


Figura 15: Fluxograma do setor de manutenção.
Fonte: Pesquisa direta (2022).

Na empresa estudada são um total de 9 colaboradores que fazem parte da equipe de manutenção, sendo que são um gerente/Supervisor, um estagiário, três mecânicos, dois auxiliares de mecânico, um lubrificador, um ajudante geral.

4.3 Diagnostico do Planejamento da Manutenção

Os principais tipos de manutenção aplicados na empresa são: Manutenção preventiva, manutenção corretiva planejada e não planejada.

A manutenção da empresa ocorre da seguinte forma: os operadores realizam suas rotinas diárias de inspeções a fim de encontrar anomalias nos equipamentos durante as verificações. Caso o mesmo venha a encontrar a anomalia é realizada a comunicação por meio de checklist para o supervisor da manutenção com a descrição detalhada do problema encontrado, onde se localiza o equipamento, e se o equipamento pode continuar o trabalho até chegar a equipe de manutenção. Após a comunicação é feito o planejamento para a equipe de manutenção ir até o local de parada do equipamento, a fim de analisar e diagnosticar as falhas.

Se realmente precisar de manutenção, será feita a análise se a manutenção pode ocorrer no local que está a máquina ou terá que levar até o galpão da manutenção da empresa, onde será feita todos os procedimentos necessários para tornar a máquina disponível para um bom funcionamento.

O estagiário e o supervisor cuidam da parte de manutenção preventiva dos equipamentos, são eles que comunicam a hora de fazer a revisão ou troca de componentes de cada máquina, a fim de impossibilitar sua falha ou até sua parada de funcionamento. A empresa, por ser de porte pequeno não possui muito recurso financeiro para adquirir muitas peças para deixar no estoque, o que prejudica a manutenção preventiva, pois muitas vezes temos que esperar um ou dois dias até a chegada de peças na empresa, com isso se torna imprescindível que o planejamento seja extremamente eficiente.

O grande ponto da empresa estudada é a manutenção corretiva, pois só quando a material falha ou quebra que a empresa entra com sua equipe de manutenção, o que muitas vezes acaba prejudicando a produção, a eficiência dos equipamentos e tornando os prazos de entrega mais elevado do que o contratado.

Como a empresa não tem uma área específica de trabalho, muitas vezes a manutenção tem que ir até onde a máquina estiver, pois a empresa tem muitas obras por toda região de Minas Gerais. Alguns procedimentos que deveriam ser feitos no galpão de manutenção da empresa são levados aonde a máquina está, isso faz com a equipe de manutenção esteja sempre em movimento em busca de soluções para que as máquinas não parem.

4.4 Descrição do equipamento Escavadeira Hidráulica PC200-8 Komatsu

A escavadeira hidráulica é um equipamento que faz parte do processo de terraplenagem de uma empresa da construção civil. Ela é utilizada na etapa de cavar valas, poços, barrancos e retirar material para nivelamento na sequência pela moto niveladora e rolo compactador.

Os trabalhos de perfuração também podem ser feitos com esta escavadeira, pois, além de caçambas e ferramentas de desmontagem, também pode usar equipamentos hidráulicos de perfuração, o que ajuda muita a empresa. Por ser uma empresa de pequeno porte, a escavadeira PC200 é uma máquina indispensável no campo da construção civil, pois possui versatilidade. E por uma boa razão, porque esta máquina pode usar uma variedade de acessórios, para diferentes funções, por exemplo demolidor hidráulico, equipamento de perfuração. Na figura 16 mostra os principais componentes da máquina.



Figura 16: Escavadeira Hidráulica PC200-8.
Fonte: Komatsu (2022).

A figura 16 mostra a escavadeira hidráulica, que tem seu funcionamento por ações hidráulicas, ou seja, o fluido pressurizado passa por mangueiras ou cilindros em alta pressão para deslocar seu braço e caçamba. É disponível uma cabine com capacidade para uma pessoa e toda máquina é controlada por meio de joysticks e manoplas, que tem sua base feita de esteiras rolantes para facilitar sua estabilidade em locais de difícil acesso a veículos de rodas. Os principais componentes da máquina é descrito na figura 17.

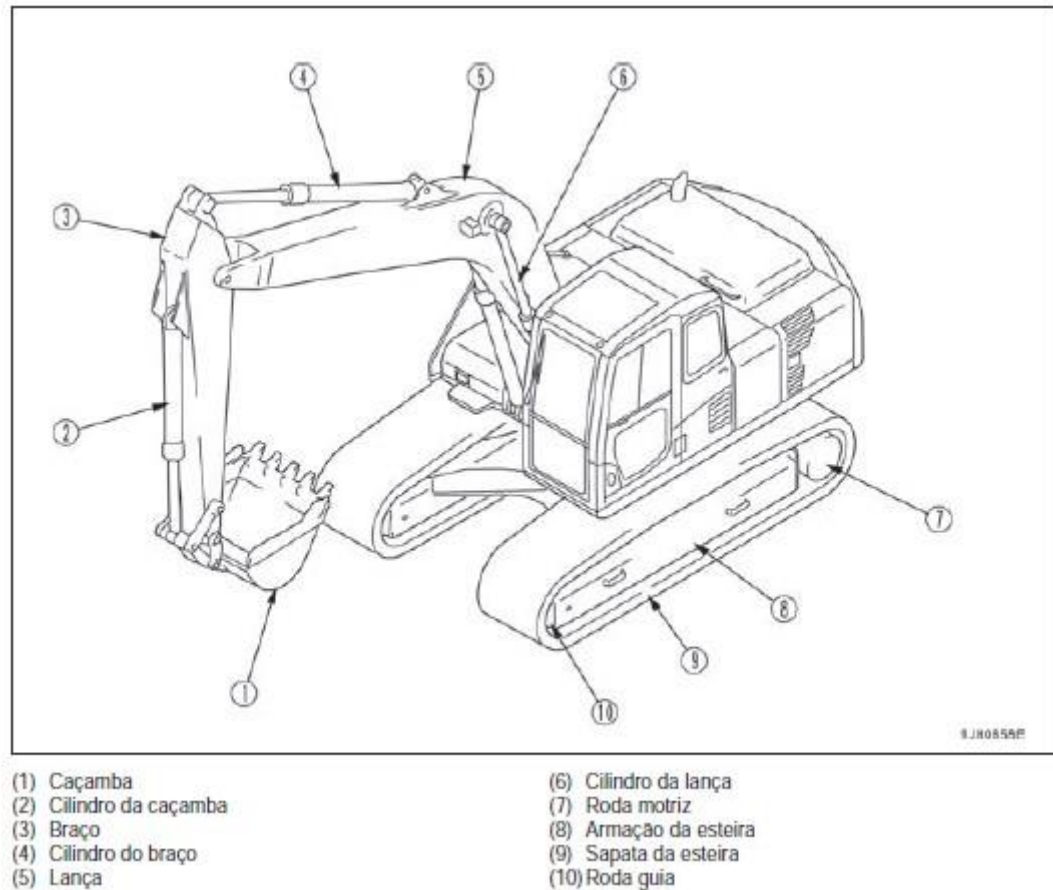


Figura 17: Representação esquemática da Escavadeira Hidráulica PC200-8.
Fonte: Komatsu (2022).

Na figura 17 são destacados 10 itens, que será explicado a seguir:

- Caçamba: Essa parte tem a função de transportar materiais, nivelamento de terreno, carregamento de caminhões, retirada de entulho, demolição de paredes, aberturas de valas, aberturas de buracos;
- Cilindro da caçamba: é responsável por levar o óleo bombeado para a caçamba, criando a força necessária para a realização da movimentação e tarefas desejadas pela caçamba;

- Braço: tem a função de aumentar ou diminuir o alcance da caçamba, sua movimentação é na vertical;
- Cilindro do Braço: é responsável por levar o óleo bombeado para o braço, criando força necessária para realização do movimento e poder aumentar ou diminuir o alcance da caçamba;
- Lança: é a parte responsável pelo travamento do braço e também mais uma parte móvel da máquina, podendo junto do braço aumentar ainda mais o alcance da caçamba;
- Cilindro da lança: é responsável por levar o óleo bombeado para a lança, criando força necessária para realização do movimento vertical;
- Roda Motriz: são responsáveis por transferir o torque do redutor as esteiras da escavadeira as quais fazem o deslocamento da máquina;
- Armação das esteiras: Local onde se prende a esteira, como o próprio nome diz, é onde é feita a armação das esteiras;
- Sapata da esteira: são placas metálicas aparafusadas nas conexões, para proporcionar o ponto de contato entre o solo e a corrente da esteira, proporcionando tração e flutuação para a escavadeira;
- Roda guia: As rodas-guias orientam a esteira para dentro e para fora dos roletes da esteira. Elas suportam o peso da máquina de modo intermitente e oferecem uma maneira de controlar a folga e a tensão da esteira. Esse mecanismo é responsável por manter a máquina regulada e dentro da tração.

Na figura 18 mostra outros componentes importantes na escavadeira.

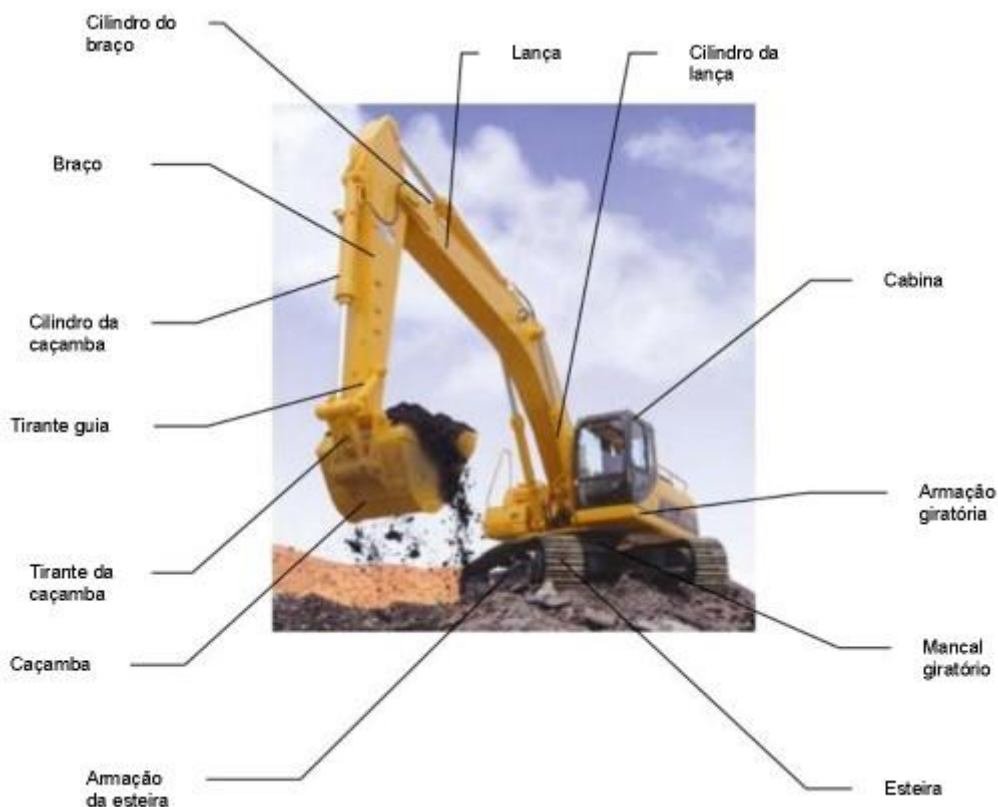


Figura 18: Componentes da Escavadeira Hidráulica PC200-8.
Fonte: Sobratema (2014).

As características de cada componente da figura 18 é descrita:

- Tirante guia e tirante guia da caçamba: são responsáveis por permitir a movimentação da caçamba para cima e para baixo, ele é conectado no braço da escavadeira;
- Esteira: responsável por movimentar e dar a tração a máquina, é uma esteira com cavidades parecidos com dentes para se ter atrito no solo causando estabilidade na escavadeira;
- Mancal Giratório: tem a função de girar toda o corpo da escavadeira, dando assim conforto e praticidade no momento das movimentações da máquina;
- Armação giratória: todo o corpo da escavadeira, que conta com a cabine, motor, tanque de combustível;
- Cabine: local onde fica o operador, é dentro da cabine que ficam todos os comandos responsáveis pela movimentação da escavadeira.

4.5 Proposta do Planejamento e Controle da Manutenção

O primeiro passo para o desenvolvimento da proposta é o tangueamento do equipamento, criando um código único para identificá-lo através de uma etiqueta. O equipamento é uma Escavadeira Hidráulica, utilizaremos a inicial do seu nome como identificação funcional, como por exemplo EH – Escavadeira Hidráulica.

Para facilitar a identificação do equipamento em um banco de dados da empresa, é armazenado as principais informações do equipamento, sendo elas, marca, modelo, número de série, ano.

Na tabela 3 é possível ver um exemplo de onde fica armazenados os dados da escavadeira.

Tabela 3: Equipamentos da empresa.

Equipamento	ID	Modelo	Ano	Marca	Série
Pá Carregadeira	PC	12C	2012	New Holland	NCAE01674
Motoniveladora	MN	RG140B	2013	New Holland	NDAF02387
Escavadeira	EH	PC200-8	2013	Komatsu	B32540
Retroescavadeira	RE	B110B	2014	New Holland	NDAHO9690

Fonte: Pesquisa direta (2022).

Observa-se na tabela 3 como é feita a identificação do equipamento na empresa, busca-se o maior número de detalhes para facilitar a manutenção do mesmo, o equipamento de estudo desse trabalho é a escavadeira, por este motivo ele está em destaque na planilha.

O equipamento é identificado pelo seu número de série, que vem pregado no chassi da máquina. Na figura 19, é possível observar a gravação do número de série no chassi da Escavadeira Hidráulica Komatsu PC200-8.



Figura 19: Identificação do equipamento.
Fonte: Pesquisa direta (2022).

Na figura 19, observa-se a plaqueta de identificação, de onde é possível obter as informações do equipamento, como o modelo, número de série, data de fabricação e número de identificação da máquina.

Na figura 20, vê-se a ID para a empresa no corpo da escavadeira, o significado deste adesivo colocado seria Escavadeira Hidráulica (EH) e a numeração seguinte são os quatro últimos números de série da máquina, no caso 2540.



Figura 20: Tagueamento do equipamento.
Fonte: Pesquisa direta (2022).

Na figura 20 mostra o adesivo de identificação (EH2540) colada no corpo da escavadeira. Essa ID é utilizada em todas as ações necessárias com os equipamentos, como, checklist, inspeção, manutenção do equipamento e segurança.

4.5.1 Criação do checklist

O equipamento passa por diversos checklist, entre eles estão, antes da saída para alguma obra, na sua locação, e antes das suas atividades diárias. Cada etapa dos checklist são de responsáveis diferentes, antes da saída da empresa e locação, ela passa por checklist do técnico ou engenheiro mecânico, já no caso do dia a dia, que ela está na obra o checklist é feito pelo operador da máquina, onde esse é treinado para fazer a inspeção.

O intuito do checklist é ter ideia de como está a máquina mecanicamente e esteticamente, se ela possui alguns danos ou avarias, a partir destas informações são feitas aberturas de OS para resolução dos problemas encontrados.

Para a criação do modelo de checklist foi levado em conta os problemas mais relevantes e de possível visualização no momento de inspeção. Os passos para a criação do modelo são: frequência de aplicação; responsável pelo preenchimento e observações feitas no momento da inspeção que não estão listadas anteriormente no checklist. Na figura 21 tem-se um checklist para uma escavadeira.

4.5.2 Desenvolvimento dos Planos de Manutenção

Os planos de manutenção definem o intervalo entre paradas para a realização de manutenção preventiva e o que deve ser realizada em cada uma delas, porém equipamentos iguais com o mesmo tempo de serviço tendem a se deteriorar de forma diferente dependendo do local onde está em serviço.

O primeiro modelo de planos de manutenção é o mais próximo do que é recomendado pelo fabricante, aplicado quando o equipamento está localizado no interior da cidade, onde há pouca poeira e não é tão prejudicial ao equipamento.

O segundo modelo de planos de manutenção tem paradas com maior frequência, é aplicado em obras de terraplenagens e desmatamentos, que no caso é o que mais se assemelha ao trabalho proposto. Como a empresa faz muitas obras ao mesmo tempo, algumas vezes não consegue trazer o equipamento ao galpão da empresa, tendo que se locomover com sua equipe de manutenção e seus materiais para realizar as tarefas. A tabela 4 é possível ver as diferenças dos dois modelos.

Tabela 4: Tempo de substituição de filtros.

Equipamento	Item	1º Modelo	2º Modelo
Escavadeira Hidráulica	Filtro de óleo motor	500 horas	250 horas
	Filtro de combustível secundário		
	Filtro de ar externo		
	Filtro de combustível principal		
	Filtro de óleo hidráulico	1000 horas	500 horas
	Filtro hidráulico de retorno		
	Filtro do ar condicionado interno e externo	A cada ano	

Fonte: Pesquisa direta (2022).

Na tabela 4 observa uma diferença entre a máquina trabalhar em ambiente pouco empoeirado 1º modelo e o equipamento trabalhar em ambiente com muita contaminação de poeira, minério 2º modelo. A troca de filtros deve ser em menos tempo de trabalho para não ocorrer a contaminação de combustível, óleo motor e não prejudicar a saúde do operador com o ar contaminado dentro da cabine porque a mesma estará fechada por causa de poeira.

Procedimento para a troca de filtros

- Filtro de óleo motor: As peças e o óleo se encontram em altas temperaturas logo após o motor ser desligado e podem causar queimaduras, aguarde até que a temperatura

abaixe para continuar. Para efetuar a troca do filtro de óleo motor deve se trocar também o óleo do cárter de óleo motor, pois sem a sua troca o óleo sujo ira contaminar o novo filtro de óleo. A capacidade do cárter é de 23,1 litros.

1º remova a tampa inferior do motor sob a máquina e coloque um recipiente embaixo da válvula para drenar o óleo, em seguida drene o óleo e depois feche a válvula. 2º abra a tampa traseira a direita da máquina e use uma chave de filtro, gire o cartucho do filtro para a esquerda para removê-lo, limpe o suporte e abasteça com óleo de motor limpo, lubrifique sua superfície com graxa e instale novamente o filtro. 3º após a substituição, abra o capô do motor e adicione óleo motor através do bocal, ligue a máquina e deixe a em funcionamento por pouco tempo e faça a medição do nível do óleo, ele deve estar entre H e L na vareta de marcação, se estiver dentro da marcação a manutenção está concluída, se não adicione mais óleo motor até que o nível esteja dentro da marcação.

- Filtro de combustível secundário: 1º abrir a porta direita da máquina, abrir a válvula de dreno e drenar toda a agua e combustível acumulado no pré-filtro, remova o conector e tampe a sua ponta para evitar sujeiras. 2º com a chave de filtro, gire a tampa para esquerda para removê-la, instale a tampa no novo pré-filtro e troque o anel de vedação. 3º limpe o suporte do filtro e abasteça o novo filtro com combustível limpo e instale, deve se dar de 3 a 4 voltas com a chave de filtro a fim de não danificar a vedação. 4º tira o lacre do conector e conecte-o novamente no pré-filtro. Após a instalação de pré-filtro deve se fazer a sangria do ar. 5º gira a válvula do fundo do reservatório para a posição aberta, adicione o combustível ao reservatório, solte a bomba de alimentação e aperte, fazendo o bombeamento até que o movimento se torne pesado. Após terminar a sangria do ar, empurre o botão de alimentação e aperte.
- Filtro de ar externo: 1º abra a porta traseira no lado esquerdo, remova os 4 ganchos e remova a tampa, em seguida, movimente e retire-o. Faça a substituição do filtro interno e externo e coloque em linha reta novamente, prenda os quatro ganchos. Em algumas situações a troca do filtro não é preciso, deve se limpar utilizando jato de ar comprimido seco para o elemento externo partindo da parte interna para a parte interna do filtro, o máximo de vezes que ele pode ser limpo é 6 vezes.
- Filtro de combustível principal: 1º gire a válvula do fundo do reservatório até a posição fechar, abra o capô do motor, coloque recipiente para recolher o combustível,

com a chave de filtro gire o filtro para esquerda até removê-lo. 2º limpe o suporte do filtro, cubra a superfície com gaxeta do novo cartucho do filtro com uma fina camada de óleo, e em seguida instale no suporte. 3º substitua a vedação interna por uma peça nova. 4º após instalar aperte o filtro até a superfície de vedação do filtro, dando de 3 a 4 voltas. 5º gire a válvula no fundo para a posição abrir e sangre o ar.

- Filtro de óleo hidráulico: As peças e o óleo se encontram em alta temperatura logo após o motor ter sido desligado. Ao remover a tampa do local de abastecimento de óleo, gire-a lentamente para liberar a pressão interna, e então remova-a.

1º coloque o equipamento em um local de solo firme e plano e desligue o motor. 2º remova a tampa do bocal de abastecimento de óleo para liberar a pressão interna, solte os 6 parafusos e remova a tampa, tomar cuidado pois a tampa pode ser arremessada sob a pressão da mola, após remover a mola, válvula e o filtro tela, retire o filtro. 3º limpe as peças removidas com óleo e instale o novo elemento, ajuste a válvula, o filtro tela e a mola, aperte a tampa e instale os parafusos, agora sangre o ar e acione o motor.

- Filtro do ar condicionado: Os filtros devem ser limpos com maior frequência pois a máquina opera em ambientes com poeiras, seu uso fica severo. A limpeza dos filtros deve ser feita com ar comprimido, se houver óleo no filtro deve ser lavado com agente neutro e esperar a secagem antes de instarem novamente. Para sua substituição, é retirada as alças que o prende na parte inferior traseira do lado esquerda dentro da cabine, retire o filtro e substitua por um novo caso não consiga mais fazer a limpeza. Os dois filtros do ar condicionado ficam dentro da cabine, um já foi descrito, o outro fica na parte traseira do lado esquerdo do operador, abra a tampa e remova o filtro e troque-o, caso necessário.

A tabela 5 mostra o tempo para manutenção de itens importantes na manutenção da escavadeira, analisando dois modelos, 1º é o modelo ideal de acordo com a fabricante para ambientes livres de poeiras, como as cidades, o 2º é modelo é ideal para equipamentos que trabalham em condições severas, como, área te terraplenagens.

Tabela 5: Tempo para manutenção.

Equipamento	Item	1º Modelo	2º Modelo
Escavadeira Hidráulica	Trocar óleo do sistema hidráulico	5000 horas	5000 horas
	Trocar óleo motor	500 horas	500 horas
	Lubrificação da coroa de giro	500 horas	250 horas
	Verificar o nível do eletrólito da bateria	250 horas	
	Lubrificação	100 horas	50 horas
	Verificar e apertar parafusos das sapatas das esteiras	Quando necessário	Quando necessário
	Verificar e ajustar a tensão nas esteiras		
Substituir os dentes da caçamba (pino horizontal)			

Fonte: Pesquisa direta (2022).

Na tabela 5 temos o tempo para manutenção de cada item, de acordo com o modelo 1 temos a indicação do fabricante de quais devem ser o tempo para manutenção e o modelo 2 temos os tempos necessários para o setor de terraplenagem, que com o ambiente severo e empoeirado tem que ter uma manutenção com tempo reduzido. Se a máquina trabalhar em rios ou em contato com água tem que a lubrificá-la diariamente, pois a graxa pode perder sua principal função que é a lubrificação e ter contato metal-metal, causando cisalhamento e consequentemente diminuir a vida útil das peças.

- Troca de óleo hidráulico: As peças e o óleo se encontram em altas temperaturas logo após o motor ser desligado e podem causar queimaduras, aguarde até que a temperatura abaixe para continuar. A capacidade de abastecimento é de 135 litros. 1º prepare uma chave soquete com uma alavanca, gire o corpo da máquina de forma que o bujão de dreno fique localizado no meio das duas esteiras, aumente o raio dos cilindros do braço e da caçamba, abaixe as lanças até que os dentes encostem no chão em seguida trave a alavanca de segurança. 2º remova a tampa do bocal na parte superior do reservatório hidráulico e coloque um recipiente embaixo do dreno para recolher o óleo drenado. 3º remova o bujão e confira se o anel “o” está danificado, se estiver troque-o, após a drenagem aperte o bujão para que feche. 4º adicione óleo através do bocal e confira se o nível de óleo está dentro das marcações da vareta de medição, faça sangria do ar do circuito. 5º solte o bujão de sangria do ar e observe se o óleo sai pelo bujão de sangria de ar, se não sair remova a mangueira de dreno da carcaça da bomba hidráulica e adicione óleo, com isso vai ser preenchido de óleo o local que estava com ar, aperte o bujão de sangria de ar e instale a mangueira de dreno novamente.
- Troca de óleo motor: As peças e o óleo se encontram em altas temperaturas logo após o motor ser desligado e podem causar queimaduras, aguarde até que a temperatura

abaixe para continuar. A capacidade do cárter é de 23,1 litros. 1º remova a tampa inferior do motor sob a máquina e coloque um recipiente embaixo da válvula de drenagem, para que quando abrir o dreno caia sobre a mesma, depois que realizar todo o dreno, feche a válvula. 2º abra o capô do motor, abra o bocal de abastecimento de óleo e adicione óleo motor a um nível que ele fique entre H e L na vareta de marcação de nível de óleo, se estiver dentro da marcação a manutenção está concluída, se não adicione mais óleo motor até que o nível esteja dentro da marcação.

- Lubrificação da coroa de giro: 1º utilizando uma bomba de graxa, bombeie graxa através das graxeiras, de acordo com a figura 22, após engraxamento remova com um pano a graxa antiga que foi jogada para fora.

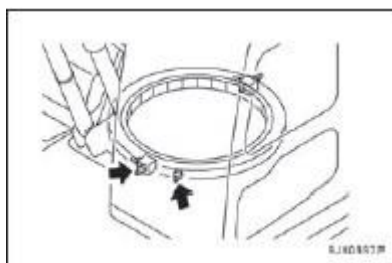


Figura 22: Lubrificação da coroa de giro.
Fonte: Manual Komatsu (2022).

- Verificar o nível de eletrólito da bateria: 1º use um pano molhado para limpar a área ao redor no nível de medição, não limpe com pano seco pois pode causar fogo ou explosão porque ocorre eletricidade estática e verifique se o nível de eletrólitos está entre máximo e mínimo, se estiver abaixo remova a tampa e adicione água destilada até atingir o nível máximo, aperte a tampa em seguida.
- Lubrificação: posicione a máquina de acordo com a figura 23, utilize uma bomba de graxa para lubrificar os pontos citados. Pino da base do cilindro da lança, pino da base da lança, pino na extremidade da haste do cilindro da lança, pino da base do cilindro do braço, pino de acoplamento do braço, extremidade da haste do cilindro do braço, pino da base do cilindro da caçamba, pino de acoplamento do elo, pino de acoplamento da caçamba, pino da haste do cilindro da caçamba, pino de acoplamento do elo na caçamba. Após utilizar a máquina em trabalhos na água, engraxe os pinos molhados.

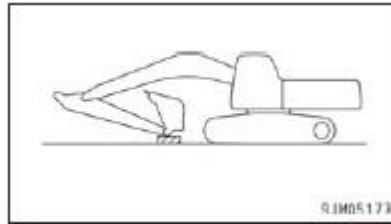


Figura 23: Posição da lubrificação da máquina.
Fonte: Manual Komatsu (2022).

- Verificar e apertar parafusos das sapatas das esteiras: Parafusos soltos podem se quebrar e causar maiores paradas na manutenção, pois as esteiras podem trabalhar bambas podendo causar acidentes graves. Os parafusos possuem uma ordem correta de aperto conforme a figura 24.

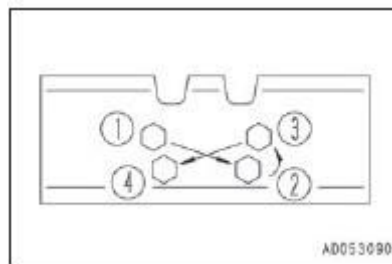


Figura 24: Ordem de aperto dos parafusos das esteiras.
Fonte: Manual Komatsu (2022).

- Verificar e ajustar a tensão nas esteiras: O material rodante sofre desgaste dependendo das suas condições de trabalho e tipos de solo, os pinos e buchas são os mais afetados com isso. 1º estacione a máquina em um terreno plano e firme. 2º verificar a tensão, coloque uma barra de madeira que atinja desde a roda guia até o rolete superior, meça a deflexão máxima entre a superfície inferior da barra de madeira e a superfície superior da sapata da esteira, conforme a figura 25. A deflexão máxima deve ser de 10 a 30mm.

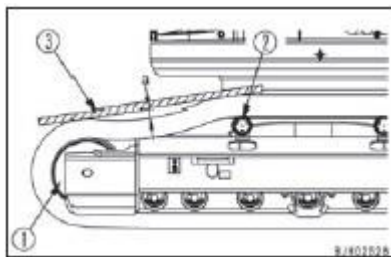


Figura 25: Verificação de tensões nas esteiras.
Fonte: Manual Komatsu (2022).

Para aumentar a tensão na esteira, bombeie graxa no graxeiro, que se localiza ao lado externo da sapata e depois verifique novamente a tensão movimentando a máquina para frente a uma distância do tamanho da sua esteira e pare o equipamento e repita o processo se ainda estiver com folga. Para diminuir a tensão solte o bujão gradativamente para liberar graxa, e meça a tensão novamente, repita o processo se precisar.

- Substituir os dentes da caçamba (pino horizontal): Ajustar o equipamento em uma condição estável, deligar o motor e travar a alavanca de segurança, pois o equipamento pode se mover por alguma falha e causar acidentes graves. Os pinos são sacados com uso de muita força, por isso não deixe pessoas ao redor. 1º coloque uma barra na cabeça do pino e bata na barra com marretinha para extrair o pino e então remova o dente. 2º limpe a face de fixação, coloque o novo dente, se o pino extraído estiver com defeitos, substitua por um novo e encaixe no novo dente com o uso da marretinha até que ocorra seu travamento total.

4.5.3 Criação da Ordem de Serviços

O checklist é aplicado sempre antes da locação do equipamento e também antes do seu funcionamento diário pelo operador, buscando sempre o melhor funcionamento do mesmo, mas também é aplicado antes e depois da abertura de OS.

Na empresa onde foi realizado o estudo, as paradas de manutenção são feitas sem nenhum pedido ou registro, quando algum equipamento falha, o operador aciona o supervisor de manutenção, e esse delega um mecânico para ir ao local fazer o reparo ou até mesmo aciona um guincho para a busca do equipamento para o galpão da empresa, para que possa ser realizado a manutenção de forma correta. Buscando mudar essa realidade foi criado OS na empresa.

O histórico de cada equipamento é importantíssimo para a empresa ter o controle de todas as manutenções feitas no mesmo, pensando nisso foi criado um modelo de OS, que irá conter: data de emissão da OS, Data do início do serviço, data de termino do serviço, qual equipamento, horímetro, descrição da falha, descrição dos serviços, peças trocadas, responsáveis pela manutenção.

A Escavadeira Hidráulica é medida seu uso por horas trabalhadas, no seu painel fica marcado o horímetro, utilizamos essa informação importante pois é dela que vamos fazer todo o controle da manutenção preventiva da máquina, o operador e a equipe de manutenção ficara responsável pela constante visualização do horímetro para que se possa ter controle da próxima data de manutenção. Na figura 26 exemplifica uma ordem de serviço.

Ordem de Serviços Nº ()					
TAG:		Equipamento:			
Motivo:					
Tipo de serviço: () Corretiva () Preventiva () Melhoria					
Máquina Falhou?		Causa:			
Descrição do Serviço a ser realizado:					
Descrição do Serviço Realizado:					
Início do problema	Data:	Hora:	Mão de obra		
Início do Conserto	Data:	Hora:	Nome	Data	Tempo
Fim do Conserto	Data:	Hora:			
Fim do problema	Data:	Hora:			
Peças Utilizadas					
Código	Descrição		Qtd.		
Assinatura do solicitante:			Assinatura do Responsável:		
Data:			Data:		

Figura 26: Ordem de serviços.
Fonte: Pesquisa direta (2022).

Na figura 26 observa-se uma ordem de serviço, onde se tem quem fez a solicitação de serviço, qual a falha, o motivo da falha, quais serviços devem ser realizados, quem executou os serviços, a hora que toda a manutenção foi feita e também o número da ordem para que assim possa ser feito o acompanhamento de todo o processo. O correto preenchimento da OS é extremamente importante, pois é através dele que temos todo o controle da manutenção, incluindo histórico de cada equipamento, peças trocadas, serviços prestados e os responsáveis.

Na OS devem ser anexados registros fotográficos de tudo que foi realizado, no momento da ocorrência da falha e a peça falhada. Assim que solucionados os problemas deve ser feito registros fotográficos que comprovem a conclusão do serviço.

A partir da ordem de serviço aberta, é transferida para o supervisor de manutenção, que decide quando fazer a intervenção e quem vai ser o executor, ele acompanha todo o processo de manutenção de acordo com a tabela 4.

Na tabela 6 mostra um controle de manutenção feita para o equipamento, afim de ter um histórico de toda parada do mesmo, seja por manutenção corretiva ou preventiva.

Tabela 6: Controle de manutenção.

Equipamento	Data emissao OS	Data Início do serviço	Data finalização	Horímetro	Descrição da falha	Peças trocadas	Serviços realizados	Responsável	Status

Fonte: Pesquisa direta (2022).

Observa-se na tabela 6 uma tabela onde mostra os principais componentes para ter um controle da manutenção de um equipamento, é importantíssimo se ter um histórico de manutenção de cada equipamento, com ele pode-se obter uma busca de melhorias, descobrir onde o equipamento mais falha. O status do equipamento mostra se a manutenção foi feita ou se ainda está pendente, com isso tem um controle mais efetivo de todo serviço.

4.5.4 Lista de Materiais

Para uma execução perfeita dos serviços da manutenção, além de uma alta qualidade de mão de obra e ferramental, um estoque otimizado de itens é fundamental.

Ter a opinião dos funcionários que estão na área é imprescindível, pois são eles que sabem os materiais que mais necessitam de urgência no dia a dia. Analisar o grau de risco que cada componente pode causar no perfeito funcionamento da máquina e com isso listar os principais itens para o estoque, acompanhado do seu modelo que otimiza o tempo para compra de materiais e identificação das peças, não esquecendo do custo do material e do tempo de vida útil do mesmo. Com este levantamento, considera-se os itens de mais importância para manter o equipamento em perfeito estado, de acordo com a tabela 7.

Tabela 7: Lista de materiais.

Equipamento	Item	Modelo	Quantidade
Escavadeira Hidráulica PC200-8	Óleo motor	15w40	200 litros
	Óleo hidráulico	68 ou T010	200 litros
	Óleo de tração	SAE 90	200 litros
	Fluido de arrefecimento	Supercoolant AF-NAC	10 litros
	Filtro de óleo motor	6736-51-5142/ LF16006/P558615	1
	Filtro de óleo hidráulico	207-60-71181/07000-15195	1
	Filtro de ar condicionado interno	208-979-7620/PA4372/CA56041	1
	Filtro de ar condicionado externo	17M-911-3530/J151001/P500138	1
	Filtro diesel	6754-71-6140/P550881	1
	Filtro separador de água	600-319-3610/KC118/WK950-22	1
	Filtro de ar	AF25667/P532966	1
	Pré-filtro de ar	NA5667	1
	Graxa EP a base de lítio	G2Li	40 kg
	Dente da caçamba	206-70-48610	5
	Pino da caçamba	09244-02516	5
	Orings hidráulicos		10
Graxeira		10	

Fonte: Pesquisa direta (2022).

Mostra se na tabela 7 uma lista de itens que devem ter na empresa, pois são componentes essenciais na manutenção da máquina. Para facilitar na hora da compra dos itens, foi listado o modelo e quantidade necessária de cada peça, afim de otimizar o estoque somente com peças essenciais em caso de emergência.

O plano de manutenção tem como objetivo listar cada componente importante para o funcionamento da máquina, da mesma forma, cita os procedimentos a serem realizados no ato de cada intervenção, buscando sempre a diminuição de tempo de parada da escavadeira. O plano de manutenção deve ser aplicado junto com as OS e checklist do equipamento, pois estes constam com informações importantes de todo histórico da máquina, com isso, a busca por melhorias são facilitadas.

Com o acompanhamento adequado, e contando com a realização dos serviços, feitos de forma constante e correta, seguindo todo o planejamento feito a partir das OS e checklist e opiniões dos mecânicos, espera se uma diminuição considerável das paradas não programadas para correção de falhas que poderia ser evitada com a manutenção preventiva. Com isso, aumentara o tempo do equipamento em operação e diminuição de serviços acumulados para a mecânica, fazendo com que a produtividade seja maior, o que aumenta os lucros da empresa, evitando o desperdício de tempo e de compras de peças não programadas.

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1 Conclusão

O Planejamento e Controle de Manutenção tem um papel fundamental no planejamento e na execução das atividades, pois permitem obter informações necessárias para uma execução mais produtiva e com menor chances de erros. A partir das referências bibliográficas, foi possível um entendimento melhor de como a manutenção é tratada nas empresas.

Com base neste contexto, o presente trabalho buscou a compreensão da importância desta ferramenta dentro da gestão da manutenção e responder a seguinte problemática: **como propor o Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) para o departamento de Terraplanagem de uma empresa da Construção Civil?**

Com as abordagens teóricas do PCM foi possível traçar uma metodologia para a aplicação de uma nova forma de gestão, de modo que se concretizada, permitirá ganhos de disponibilidade e melhor alocação dos recursos. É imprescindível que cumpra os prazos estipulados, o treinamento dos mecânicos é essencial, pois com o ferramental e peças disponíveis o mecânico tem o papel fundamental para a diminuição de tempo de parada, já os operadores possuem um papel importante na inspeção das máquinas, já que seguindo com o checklist diário eles podem observar mudanças no funcionamento ou identificar alguma avaria na máquina, tornando assim o reparo do equipamento antes da sua falha total.

O resultado obtido não pode ser medido, visto que não houve tempo hábil para a implementação do PCM. Contudo espera-se que, seguindo de forma correta o que foi programado, os resultados sejam diretamente visíveis na diminuição das manutenções corretivas planejadas e não planejadas, além da diminuição de tempo de parada do equipamento por falta de peça, já que o almoxarifado é abastecido com itens de importância significativa para o perfeito funcionamento da máquina.

Com a proposta de criação do PCM espera-se os seguintes ganhos:

- Aumento da produtividade na execução das atividades;
- Melhora na execução das atividades;
- Melhor gerenciamento das tarefas;

- Maior produção, visto que, a máquina terá um menor tempo de parada da manutenção;
- Melhor organização e planejamento das atividades.

5.2 Recomendações

A partir do trabalho realizado, recomendam-se a realização dos seguintes estudos futuros:

- Aplicação da proposta do Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) para o departamento de Terraplanagem de uma empresa da Construção Civil;
- Estudo de implantação de *software* de gestão de manutenção;
- Aplicação de técnicas de engenharia para a melhoria contínua das falhas, como Pareto, FMEA e Diagrama de Causa e Efeito.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

VIANA, Hebert Ricardo Garcia. **Planejamento e controle da Manutenção**. Rio de Janeiro: Editora Qualitymark, 2014.

NASCIF, Júlio; DORIGO, Luís Carlos. **Manutenção orientada para resultados**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2013. 296 p.

KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio. **Manutenção Função estratégica**. 5. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2019. 560 p.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projeto de pesquisa**. 6. ed. Rio de Janeiro: Atlas Ltda, 2017. 173 p.

XENOS, Harilaus G. **Gerenciando a Manutenção Produtiva**: o caminho para eliminar falhas nos equipamentos e aumentar a produtividade. Belo Horizonte: Editora Desenvolvimento Gerencial, 1998.

XENOS, Harilaus G. **Gerenciando a Manutenção Produtiva**: o caminho para eliminar falhas nos equipamentos e aumentar a produtividade. Nova Lima: Falconi editora, 2014.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Metodologia do trabalho científico**: procedimentos básicos, pesquisa bibliografia, projeto e relatório, publicações e trabalhos científicos. 6.ed. São Paulo: Atlas, 2006.

SOUZA, Valdir Cardoso de. **Organização e gerência da manutenção**: planejamento, programação e controle da manutenção. 2.ed. São Paulo: All Print Editora, 2007.

BRANCO FILHO, G. **A Organização o Planejamento e o Controle da Manutenção**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna LTDA., 2008.

TELES, Eng. Jhonata. **Planejamento e controle da manutenção**: uma metodologia passo a passo para a implantação do pcm. Brasília: Engeteles, 2019.

ANEXO